

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie

**Návrh montážní linky pro montáž vodních ventilů systému
termoregulace motoru**

**The Proposal of Assembly Line for Assembling of Engine
Thermoregulation Water Valves**

Student:

Bc. Jakub Mazáč

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. et Ing. Mgr. Jana Petruš, Ph.D.

Ostrava 2018

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jakub Mazáč**
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **2303T002 Strojírenská technologie**
Téma: **Návrh montážní linky pro montáž vodních ventilů systému
termoregulace motoru
The Proposal of Assembly Line for Assembling of Engine
Thermoregulation Water Valves**

Jazyk vypracování: **čeština**

Zásady pro vypracování:

1. Popis možných variant montáže ventilů.
2. Návrh vhodné montáže vodních ventilů.
3. Návrh rozmístění pracovišť.
4. Popis materiálových toků jednotlivých pracovišť a montážních časů.
5. Ekonomické vyhodnocení navržené linky.

Seznam doporučené odborné literatury:

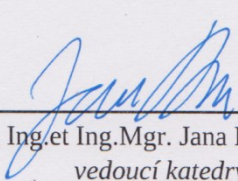
DUŠÁK, K. *Technologie montáže. Základy*. 1. vyd. Liberec : Technická univerzita v Liberci, Fakulta strojní, Katedra obrábění a montáže, 2005. 116 s. ISBN 80-7083-906-6.
PETRŮ, J.; ČEP, R. *Základy montáže*. Ostrava : Fakulta strojní VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2012. s. 123. ISBN 978-80-248-2773-5.
SHAW, Milton C. *Metal Cutting Principles*. 2nd edition. New York : Oxford University Press, 2005. 651. p. ISBN 0-19-514206-3.
WHITNEY, Daniel E. *Mechanical Assemblies: Their Design, Manufacture, and Role in Product Development*. Oxford : Oxford University Press, USA, 2004. 544 p. s. ISBN 978-01-951-5782-6.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing.et Ing.Mgr. Jana Petrů, Ph.D.**

Datum zadání: **08.12.2017**

Datum odevzdání: **21.05.2018**


doc. Ing.et Ing.Mgr. Jana Petrů, Ph.D.
vedoucí katedry




doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Poděkování:

Rád bych poděkoval doc. Ing. et Ing. Mgr. Janě Petřů, Ph.D. za všechny hodnotné rady pro vypracování diplomové práce, dále společnosti WOCO STV s.r.o. za poskytnutí všech prostředků potřebných a pomocných k vypracování mé práce.

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě.....

15.5.2018

Marek

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě:.....

15.5.2014

Mazáč

.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Bc. Jakub Mazáč

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Brodská 483, Nový Hrozenkov

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

MAZÁČ, J. *Návrh montážní linky pro montáž vodních ventilů systému termoregulace motoru: diplomová práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie, 2018, 63. s. Vedoucí práce: doc. Ing. et Ing. Mgr. Jana Petřů, Ph.D.

Cílem diplomové práce je návrh montážní linky pro výrobu vodních ventilů ve společnosti WOCO STV s.r.o. Popsána je problematika montážních procesů a principy štlhlé výroby. Dále možnosti výroby vodních ventilů a zvolena vhodná varianta montáže. Práce se zabývá návrhem rozmístěním výrobních stanic, detailním popisem montážních časů a činností jednotlivých výrobních stanic. Spočteno je využití výrobních stanic. Dále je provedena analýza materiálových toků. Navrženy a popsány jsou použité technologie, zvoleny výrobní mechanismy a stroje, provedeno ekonomické hodnocení.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

MAZÁČ, J. *The Proposal of Assembly Line for Assembling of Engine Thermoregulation Water Valves: Master Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Machining, Assembly and Engineering Metrology, 2018, 63. p. Thesis head: Jana Petřů.

The aim of the diploma thesis is the design of the assembly line for the production of water valves at WOCO STV s.r.o. Described is the issue of assembly processes and the principles of lean manufacturing. Further, options for water valve production are described and suitable mounting option. The thesis deals with the design of the deployment of the production stations, detailed description of the assembly times and activities of the individual production stations. The utilization of production stations is calculated. Further, material flow analysis is performed. Designed and described are used technologies, chosen production mechanisms and machines. An economic evaluation was created.

OBSAH

SEZNAM POUŽITÉHO ZNAČENÍ	10
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	10
ÚVOD	11
1 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI A PROBLEMATIKY MONTÁŽNÍCH PROCESŮ	12
1.1 Představení společnosti WOCO STV s.r.o.	12
1.2 Ekonomika montážních procesů	14
1.3 Druhy nákladů	14
1.3.1 Fixní náklady	14
1.3.2 Proměnlivé náklady	14
1.3.3 Materiálové náklady	14
1.3.4 Administrativní náklady	14
1.3.5 Přímé náklady	15
1.4 Štíhlá výroba	15
1.5 Metoda 5S	16
1.6 Kanban systém	18
1.7 Systém Poka Yoke	18
1.8 Bezpečnost linek	19
1.9 Ergonomie	20
1.10 Automatizace výrobních linek	21
2 POPIS MOŽNÝCH VARIANT MONTÁŽE VENTILŮ	22
2.1 Technologie vyráběných vodních ventilů	23
2.1.1 Podtlakový pístový ventil	23
2.1.2 Sedlový elektromagnetický ventil	24
2.1.3 Sedlový termostatický ventil	24
2.2 Metoda úplné vyměnitelnosti součástí	25
2.3 Konstrukční příprava montáže	26

2.4	Technologická příprava montáže	26
2.5	Montážní schéma	26
2.6	Předmětné uspořádání pracovišť	27
2.7	Buňkové uspořádání pracovišť	27
2.8	Montážní linky	28
2.9	Karusel	30
3	NÁVRH VHODNÉ MONTÁŽE VODNÍCH VENTILŮ	31
3.1	Kapacitní propočet	31
3.1.1	Informace k výpočtu	31
3.1.2	Výpočet taktu linky	32
3.2	Díl 40 14889F	32
3.3	Díl 40 15340A	35
3.4	Volba optimální varianty montáže	38
4	NÁVRH ROZMÍSTĚNÍ PRACOVIŠŤ	39
4.1	Popis zvolené varianty montážní linky	39
4.1.1	Rám stanic	39
4.1.2	Dopravníkový systém	39
4.1.3	Sběr procesních dat	40
4.2	Rozmístění pracovišť	41
4.3	Popis jednotlivých montážních stanic	42
4.3.1	Stanice 1 – Šroubovací stanice	42
4.3.2	Stanice 2 – Zakládání	44
4.3.3	Stanice 3 – Zakládání	45
4.3.4	Stanice 4 – Automatická montáž	45
4.3.5	Stanice 5 – Automatická montáž	46
4.3.6	Stanice 6 – Testovací stanice	47
5	STANOVENÍ MONTÁŽNÍCH ČASŮ	48
5.1	Teoretický montážní čas	48

5.2	Využití výrobních stanic	50
5.3	Výpočet využití montážní stanice	51
5.3.1	Informace k výpočtu	51
5.3.2	Výpočet využití	51
6	POPIS MATERIÁLOVÝCH TOKŮ PRACOVIŠŤ	52
6.1	Šroubovací stanice	52
6.2	Stanice Zakládání	53
6.3	Stanice Zakládání 2	53
6.4	Automontáž	53
6.5	Automontáž 2	54
6.6	Zkušební stanice	54
6.7	VSM analýza	54
7	EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ	56
7.1	Investiční náklady	56
7.2	Náklady specifické pro produkt	56
7.3	Cena dílu 40 14889F	57
7.4	Cena dílu 40 15340A	57
8	ZÁVĚR	58
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	59
	SEZNAM OBRÁZKŮ	62
	SEZNAM TABULEK	63
	SEZNAM GRAFŮ	63

SEZNAM POUŽITÉHO ZNAČENÍ

Označení	Význam	Jednotka
F_d	Hodinový časový fond	[hodiny/den]
F_k	Kalendářní časový fond	[dny/rok]
T_h	výrobní časový fond směny	[hodiny/směna]
T_p	Takt montážní linky	[s]
T_s	počet směn v týdnu	[-]
V	Požadovaný objem výroby	[kusy/rok]
V_p	plánovaný objem výroby	[kusy/týden]
V_s	využití montážní stanice	[%]
f_{85}	Firemní součinitel flexibility výroby	[%]

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Označení	Význam
ČSN	Česká technická norma
DMC	Data Matrix Code
EN	European Standard
FIFO	First In – First Out
IO	Shodný díl
ISO	International Organization for Standardization
LED	Light-Emitting Diode
NIO	Zmetkový díl
PDCA	Demingův cyklus
RFID	Radio Frequency Identification
TPS	Toyota Production System
VSM	Value Stream Mapping

ÚVOD

Automobilový průmysl je strojírenské průmyslové odvětví, které se zabývá vývojem, výrobou, marketingem a prodejem motorových vozidel a jejich komponent. Do nového tisíciletí vstoupily automobilky se snahou zaplnit i tu sebemenší skulinu na trhu a konkurenční boj žene automobilky stále kupředu. Roste variabilita a počty vyráběných vozů.

Společnost WOCO STV s.r.o. působící na trhu jako dodavatel montovaných dílů pro mnohé automobilky neustále vyvíjí nové produkty a rozšiřuje kapacity výroby s důrazem na kvalitu dodávaných produktů a efektivitu výrobních procesů.

Cílem diplomové práce je navrhnout montážní linku pro výrobu vodních ventilů odpovídající současným požadavkům trhu, stavu a možnostem techniky. V úvodní části práce je představena společnost, popsána problematika montážních procesů a principy štihlé výroby, podle kterých je nutno výrobu řídit. Dále jsou popsány možnosti výroby vodních ventilů a na základě požadavků zákazníka, kapacitních propočtů a geometrii dílu zvolena vhodná varianta montáže.

Následující kapitoly práce se zabývají návrhem výrobní linky, rozmístěním výrobních stanic, detailním popisem montážních časů a činností jednotlivých výrobních stanic. Spočteno je využití výrobních stanic. Dále je provedena analýza materiálových toků. Navrženy a popsány jsou použité technologie, zvoleny výrobní mechanismy a stroje, na základě kterých je možno zkalkulovat výrobní linku. Z kalkulací vyplývá technicko ekonomické zhodnocení návrhu výrobní linky.

Navržená výrobní linka je odpovídající standardům společnosti WOCO STV s.r.o. a splňuje požadavky směřující k provázanosti a digitalizaci výrobních procesů.

1 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI A PROBLEMATIKY MONTÁŽNÍCH PROCESŮ

1.1 Představení společnosti WOCO STV s.r.o.

Společnost Woco Industrietechnik GmbH se sídlem v Německém městě Bad Soden-Salmünster je výrobcem inovativních funkčních řešení pro karosérie a pohony v oblasti akustiky, aktuatoriky a polymerových systémů. Firma byla založena v roce 1956 Franzem Wolfem a jeho sourozenci. Dnes působí celosvětově pod jménem Woco a vyvíjí a vyrábí díly pro automobilový průmysl.

Společnost založená před více než 50 lety vyráběla hlavně gumové a plastové díly. Také dnes tvoří toto know-how důležitou součást výrobního sortimentu společnosti. Trendy v automobilovém průmyslu a požadavky zákazníků přispěly ke změně strategií a rozšíření produktového portfolia firmy. Woco se změnilo z čistě výrobní firmy v partnera na poli inovací a inteligentních řešení problémů. V současné době tedy Woco doprovází zákazníka během celého procesu - od prvních návrhů až k sériové výrobě.

Společnost hledala po sametové revoluci nové trhy a možnosti v České Republice. V roce 1991 začala spolupracovat s firmou MEZ Vsetín. Spolupráce byla úspěšná, a díky spokojenosti s kvalitou výroby byly založeny v roce 1993 samostatné společnosti – WOCO spol. s.r.o. a Systém technik Vsetín spol. s.r.o. (dnes WOCO STV s.r.o.).^[5]

WOCO STV s.r.o. má sídlo i výrobní závod ve Vsetíně. Působí ve dvou divizích:

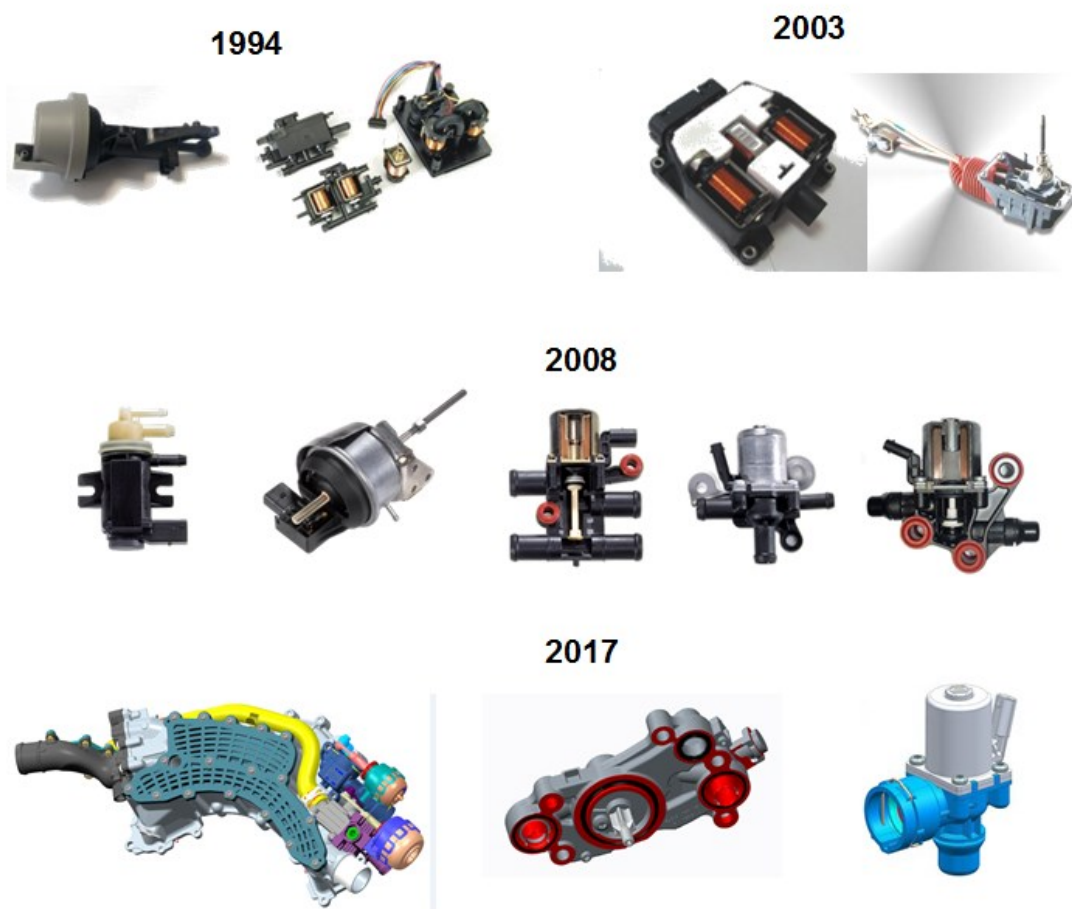
- Výroba a montáž aktuátorů (např. ovládací jednotky pro vzduchové pérování automobilů, vodní ventily a součásti pro klimatizace automobilů, řídicí moduly elektrické, pneumatické, mechanické, řídicí dózy pro turbodmychadla, řadicí systémy, pneumatická vedení apod.)
- Výroba gumových dílů pro automobilový a stavební průmysl (výroba těsnění, membrán, průchodek apod., výroba dílů ze směsí EPDM i silikonových směsí na vstřikolisech a transferových lisech).

WOCO STV s.r.o. patří k největším zaměstnavatelům v okrese Vsetín. Pro WOCO STV s.r.o. pracuje více než 900 zaměstnanců. Kromě produkce samotné se společnost podílí i na vývoji nových dílů – má vývojové centrum a vývojovou laboratoř. WOCO STV s.r.o. projektuje a programuje stroje pro vlastní výrobu a současně i pro ostatní Woco firmy

(např. pro Mexico, Čínu apod.). Vývojové projekty jsou realizovány v úzké spolupráci se zákazníky a s ostatními kolegy na celém světě. WOCO STV s.r.o. tak nabízí kompletní zázemí mezinárodní společnosti. ^[6]



Obr. 1 – Sídlo WOCO STV s.r.o. ^[30]



Obr. 2 – Příklady vyráběných produktů ^[30]

1.2 Ekonomika montážních procesů

Ekonomika obecně se týká rozhodnutí o rozdělení omezených zdrojů. Pokud by prostředky nebyly vzácné, tak nevznikaly ekonomické problémy. "Zdroje" v klasické ekonomice obvykle znamenají peníze, pozemky a lidský kapitál. V našem případě se zabýváme také časem, kapitálem k investici, schopnými lidmi a výrobním prostorem, abychom jmenovali několik příkladů. Je důležité si uvědomit, že náklady jsou velmi obtížné kvantifikovat. ^[4]

1.3 Druhy nákladů

Náklady jsou obvykle rozděleny do kategorií, podle toho, kdy jsou peníze vynaloženy nebo na co jsou vynaloženy. Základní kategorie jsou pevné, variabilní, institucionální, přímé a nepřímé. Nejsou to nezávislé kategorie, ale ve skutečnosti se překrývají. ^[4]

1.3.1 Fixní náklady

Pevné náklady jsou skupinou spojenou s probíhající činností, jejichž celková hodnota zůstane relativně konstantní díky rozsahu provozní činnosti. Tyto náklady jsou víceméně stejné, bez ohledu na velikost výroby, počet směn, počet lidí a tak dále. Fixní náklady obvykle představují investice, které byly před zahájením provozu. Jsou to budovy, energie a ztrátový odpad, stroje, dopravníky a další. ^[4]

1.3.2 Proměnlivé náklady

Variabilní náklady jsou náklady, které se v některých vztazích liší od úrovně provozní činnosti. Takže variabilní náklady vzrůstají, když výrobní sazba stoupá. Například když je najato více lidí, odebráno více elektřiny, jsou více opotřebené nástroje a tak dále. ^[4]

1.3.3 Materiálové náklady

Každá výrobní operace potřebuje nakoupené součásti a suroviny, které vstupují do výrobku. Ostatní náklady na materiál, jako jsou maziva, jsou často seskupeny s variabilními náklady. ^[4]

1.3.4 Administrativní náklady

K tomu, aby společnost mohla fungovat, musí vzniknout celá řada dalších nákladů, jako jsou prodejci, manažeři a nadřízení, oddělení nákupu a vztahů s lidmi, konstruktéři

a podobně. V některých odvětvích tyto náklady výrazně převyšují náklady na materiál a práci v továrně. ^[4]

1.3.5 Přímé náklady

Přímé náklady jsou náklady, které lze nejlépe přidělit výrobnímu a montážnímu procesu. Obsahují veškerý materiál, který přichází přímo do výrobku, plus veškeré práce, která skutečně souvisí s produktem a související okamžitý dohled. Všechny variabilní náklady jsou přímé. ^[4]

1.4 Štíhlá výroba

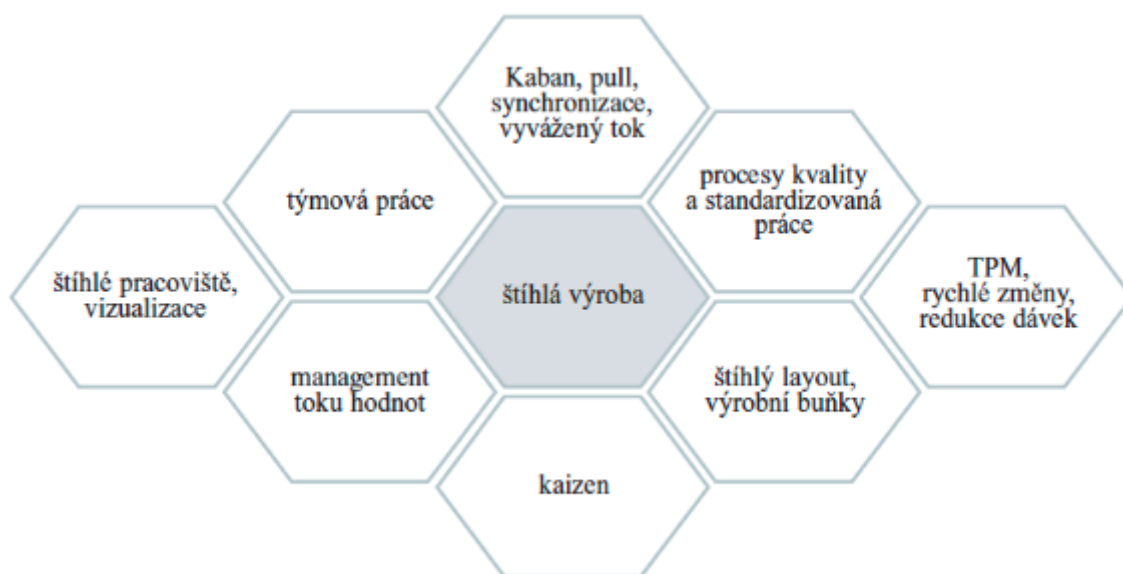
Štíhlá výroba je základem filozofie společnosti a nepředstavuje pouze určitou konkrétní metodu výroby, jde o manažerskou filozofii. Vychází z anglického „lean manufacturing“. Základem této filozofie je naplnění přání přesně podle zákazníka. Jde o zkrácení času mezi zákazníkem a dodavatelem a eliminaci plýtvání v čase mezi výrobou a dodávkou. Podnik se snaží jednotlivé produkty vyhotovit v co nejmenším čase a eliminovat nebo alespoň redukovat všechny zbytečné náklady, které nepřinášejí zákazníkům žádný užitek a nebyli by za ně ochotni platit. ^[7]

Tzv. „lean management“ se neuplatňuje pouze ve výrobě, kde je samozřejmě použití této myšlenky klíčové, ale také v samotném počátku projektování, výzkumu nebo vývoji a v neposlední řadě také v administrativních procesech. Hlavním cílem je mít stabilní, flexibilní a standardizovanou výrobu, vyrábět ideálně bez neshodných výrobků, kvalitněji a rychleji než konkurenční dodavatelé. Procesy standardizuje tak, aby byly co možná nejméně pracné a nejvíce rychlé, s minimálním počtem vykonaných činností. Díky těmto změnám se daří zajistit více objednávek a při menším úsilí, získat lepší renomé a ekonomicky více prosperovat. ^[7]

Hlavní rysy pro štíhlou výrobu:

- Zaměření na zákaznicka přání,
- procesní řízení,
- eliminace nebo alespoň redukcí plýtvání,
- uplatnění principu tahu ve výrobě,
- neustálý proces zdokonalování.

Definice štíhlé výroby: „Štíhlá výroba znamená vyrábět jednoduše v samořízené výrobě. Koncentruje se na snižování nákladů přes nekompromisní úsilí po dosažení perfekcionismu. Ke každému dni ve výrobě patří principy kaizen aktivit, analýza toků a systémy kanban. Toto úsilí vtahuje do změn všechny pracovníky podniku – od vrcholového managementu až po pracovníky ve výrobě.“ [7]



Obr. 3 – Prvky štíhlé výroby [7]

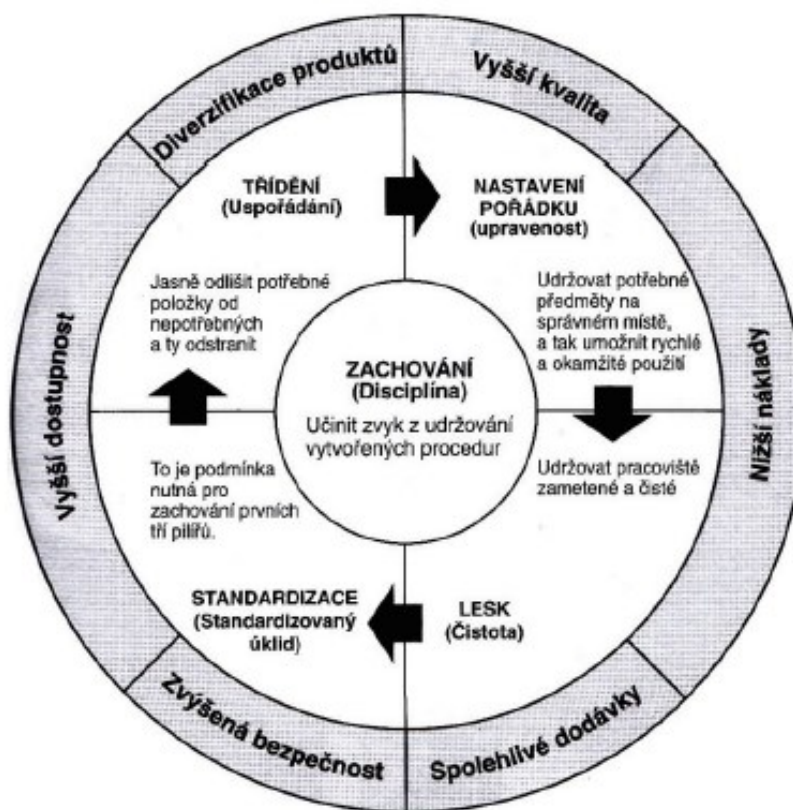
1.5 Metoda 5S

Metoda 5S byla vytvořena jako součást Toyota Production System. Ten tvoří ucelený systém metod k zlepšení postavení firmy na trhu. Metoda je pojmenovaná podle pěti japonských slov začínajících na S. Vychází ze základního principu minimalizace úsilí (přesunu nástrojů, pohybech pracovníka, atd.) při pracovních činnostech na pracovišti. Minimalizujeme pracovní čas, pracovní chyby a tedy náklady na daný pracovní proces. [8][9]

Jednotlivá japonská slova, či jejich překlad do angličtiny, také popisují jednotlivé kroky implementace této metody:

- Seiry (Sorting) – na pracovišti se nachází jenom věci nutné pro provedení dané práce (např. materiál, pomůcky, návodky). Ostatní nepotřebné věci jsou uklizeny.

- Seiton (Set in order) – určení posloupnosti pracovních kroků. Následně se nástroje rozloží ve sledu pracovních operací, aby byly tzv. hned po ruce k okamžitému použití.
- Seiso (Shining) – všechny nástroje a materiál mají určené své místo. Pracovní prostory je nutné udržovat v čistotě, uklizené.
- Seiketsu (Standardizing) – stejnou práci provádět stejně. Pracovník musí znát svou roli v pracovním postupu, vědět co a jak má používat. Musí znát předchozí tři kroky.
- Shitsuke (Sustaining) – udržet pořádek na pracovišti. Pátým krokem po zavedení předchozích 4S je zajistit, aby se “pořádek” na pracovištích udržoval. Používají se kontroly, náhodné návštěvy managementu ve výrobě apod. [8][9]



Obr. 4 – Pět pilířů vizuálního pracoviště [8]

1.6 Kanban systém

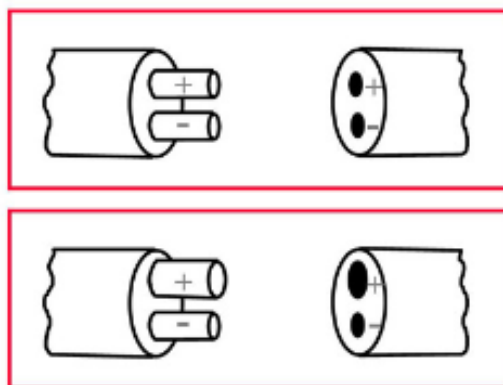
Systém KANBAN byl vytvořen v Japonsku, jako součástí tzv. TPS (Toyota Production System). Systém funguje na principu výroby pouze toho, co zákazník požaduje, v čase a množství, v kterém je produkt od zákazníka požadován. KANBAN v japonštině znamená „karta“. Systém pracuje na principu karet a jiných vizuálních signálů k řízení toku výroby nebo materiálu. Podstatným předpokladem je vytvořený a fungující okruh mezi odběratelským a dodavatelským stupněm výrobního procesu. ^{[10][11]}

Pomocí již zmíněného systému lze efektivně doplňovat do pracoviště vstupní materiál a hotové kusy rovnou dále předat do dalšího procesu. Systémy jsou používány především k neustálému udržování zásob tak, aby výrobní proces mohl neustále probíhat a nezdržoval se čekáním na dodání vstupního materiálu nebo naopak na odebrání hotových dílů. Díky tomu, že byl materiál spotřebován, je hned jasné, že je třeba další materiál dodat. ^{[10][11]}

Tímto plynulým odběrem materiálu může mít dodavatel materiálu přehled a plynule podle odběru materiál dodávat. Výroba se tak může naopak i dobře přizpůsobit odběrateli, pokud ve výrobě nemají komu hotové kusy dodávat, proces se včas zastaví. Tedy bez existující objednávky se nevyrábí. ^{[10][11]}

1.7 Systém Poka Yoke

Poka Yoke v japonštině lze přeložit jako „chybu-vzdorný“. Systém, který se stará o minimalizaci neúmyslných chyb, chyb z nepozornosti, tzn. průběh výroby je uzpůsoben tak, aby bylo možné jednu výrobní operaci provést pouze jedním způsobem. Založen na mechanickém výrobním přípravku nebo mechanismu, díky kterému je pracovníkovi zabráněno způsobit vznik jakékoliv chyby. V praxi to znamená nastavit operace tak, aby dělník nemohl v sériové výrobě pochybit. Podle systému Poka Yoke jsou například různé zástrčky a konektory. Hlavní myšlenkou tohoto systému je eliminace špatných výrobků za pomoci prevence a nápravy lidské chyby, která nejčastěji tyto defekty způsobuje. ^{[12][13]}



Obr. 5 – Příklad Poka Yoke ^[14]

1.8 Bezpečnost linek

Hodnocení rizik je základem úspěšného řízení problematiky bezpečnosti a zdraví a klíčem ke snížení počtu úrazů souvisejících s prací a nemocí z povolání. Takové vyhodnocování může zvýšit bezpečnost a ochranu zdraví na pracovišti a celkově zvýšit produktivitu podniků. ^[15]

Hledání a systematické zkoumání pracovních rizik zahrnuje zkoumání příčin poškození zdraví nebo újmy, zamezení nebezpečí či zavedení prevence či ochranných opatření, aby možná pracovní rizika bezpečnosti byla pod kontrolou. ^[15]

Zaměstnavatelé výrobních firem mají obecnou povinnost zaručit bezpečnost a ochranu zdraví pracovníků ve všech otázkách týkajících se práce a provádět hodnocení rizik. Hodnocení rizik je shrnuto v rámci směrnice Evropské unie, kterou se musí každý zaměstnavatel řídit. Pokud je to nutné, může zaměstnavatel opatření ještě zpřísnit. ^[15]

V každé výrobní i nevýrobní společnosti by měl fungovat jednoduchý postup hodnocení rizik skládající se z pěti kroků, které popisuje i Evropská agentura pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci. Lze uplatnit stejně dobře i jiné metody především v případech složitějších rizik.

Postup hodnocení:

- Určení rizik a ohrožených osob,
- vyhodnocení rizik a jejich seřazení podle priorit,
- rozhodnutí o preventivním opatření,
- přijetí opatření,
- sledování a přezkum. ^[15]

1.9 Ergonomie

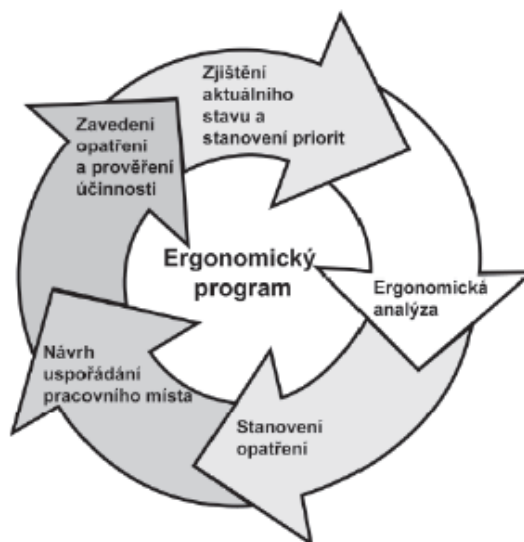
Ergonomii výrobního pracoviště je žádoucí věnovat zvýšenou pozornost, jelikož odladění a péče o tuto oblast má kladný vliv na výkon a dlouhodobé výsledky nejen pracovníků, ale i celé montážní linky. Ergonomie se komplexně zabývá činnostmi člověka a jeho vazeb na pracovní prostředky, vybavení a pracovní prostředí. Předmětem ergonomických studií jsou vlivy těchto vazeb, činností a dopadů mezi člověkem a pracovním prostředím či prostředkem. Aplikací těchto poznatků je možné dosahovat limitů výkonnosti člověka od začátku projektu až po samotnou výrobu. [2]

Cílem ergonomického pracovního místa je vytvořit pracovní podmínky, při kterých nedochází k nadměrné či nepřiměřené pracovní zátěži. Veškeré vzdálenosti, výšky a úhly musí být vytvořeny takovým způsobem, aby odpovídaly antropometrickým, biomechanickým požadavkům a fyziologii výrobního pracovníka. Pracovní místo je nutno přizpůsobit člověku, nikoliv naopak. [2]

Zlepšování ergonomie na pracovištích řeší Demingův cyklus nazývaný PDCA. Princip cyklu se skládá ze čtyř kroků:

- P – Plan – Plánuj,
- D – Do – Dělej,
- C – Check – Kontroluj,
- A – Act – Jednej.

Princip Demingova cyklu je snadný. Pokud proces od „P“ postupně dojde až k „A“, začne nový cyklus, tj. znovu dochází k dalšímu plánování zaměřenému na zlepšení již vylepšeného (P). Soustavným opakováním pak dochází k zlepšování kvality a tedy i úrovně bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. [2]



Obr. 6 – Demingův cyklus v ergonomii ^[2]

1.10 Automatizace výrobních linek

Automatizace montáže je proces, zajišťující výrobu v plně automatizovaném provozu. Především je potřeba si uvědomit, že plná automatizace montáže je technologicky velmi náročná a ekonomicky nákladná. Velmi dobře jsou zvládnuty procesy spojování, jako jsou lisování, svařování, šroubování a další. Obtížnější a méně zvládnuté jsou procesy vkládání a polohování dílů k montáži. Tyto operace ovlivňuje častá tvarová rozmanitost dílů a není možno technicky nahradit ruční vkládání automatizovaným. Z toho plyne, že automatizace manipulačních procesů je základem automatizace samotné. ^{[1][2]}

Zavedení automatizace do montáže umožňuje:

- Plynulý průběh montáže bez meziskladů dílů na pracovišti,
- malou rozpracovanost montáže a zkrácení průběžné doby montáže;
- zavedení specializovaných pracovišť a pracovníků,
- zlepšit kontrolu pohybu montážních celků ve výrobě,
- spojovat montážní celky se stejnými nebo obdobným průběhem montáže,
- slučovat montážní činnost stejného charakteru pro realizaci "typových" montážních pracovišť,
- zvýšit časové a výkonové využití strojů a pracovních prostředků,
- dosažení vysoké produktivity práce při nižších nárocích na kvalifikaci pracovníků, a jiné. ^[2]

2 POPIS MOŽNÝCH VARIANT MONTÁŽE VENTILŮ

Projektováním technologického procesu se vytvoří předpoklady pro dosažení nevyšší možné technologické úrovně při zabezpečení požadovaného objemu a kvality výroby, při nejmenší spotřebě ploch a dosažení optimálních pracovních podmínek.

Montáž by měla zajišťovat jistý styk spojovaných součástí, který splňuje požadavky a podmínky daného spojení. Je potřeba dosahovat zadané přesnosti sledovaných parametrů, brát ohled na materiálový tok, opakovatelnost, stupeň specializace pracovišť a poté volit vhodný typ montáže a rozmístění pracovišť. Například s úplnou vzájemnou vyměnitelností, neúplnou vzájemnou vyměnitelností, předmětné uspořádání, buňkové uspořádání, smíšené uspořádání a další. ^{[1][2][17]}

Kompletní organizace výroby může mít odlišnou technicko organizační podobu v závislosti na typu montovaného výrobku a sériovosti montáže. Jednotlivé formy následně rozdělujeme podle charakteru pohybu některého z prvků v montážním systému na dvě skupiny, tzv. montáž stacionární (nepohyblivou) a nestacionární (pohyblivou). Ve stacionárním případě je výrobek montován na jednom pracovišti, kdežto v případě nestacionárním je montován postupně na několika pracovištích, mezi kterými je přemísťován. ^{[1][2][17]}

Druh a sled operací zpravidla nebývá v případě montáže předmětem volby. Páteří technologického postupu montáže jsou operace spočívající v manipulaci, jejímž cílem je založení a orientování zakládané součástí do správné polohy (často současně vytvoření spoje mezi nimi), což je předpokladem k provedení nebo vytvoření spojů. Předmětem volby může být sled zakládacích úkonů. V praxi se může vyskytovat jistá variantnost, kterou je potřeba odhalit, varianty montáže zhodnotit a následně zvolit optimální.

Činitelé ovlivňující rozmístění pracovišť:

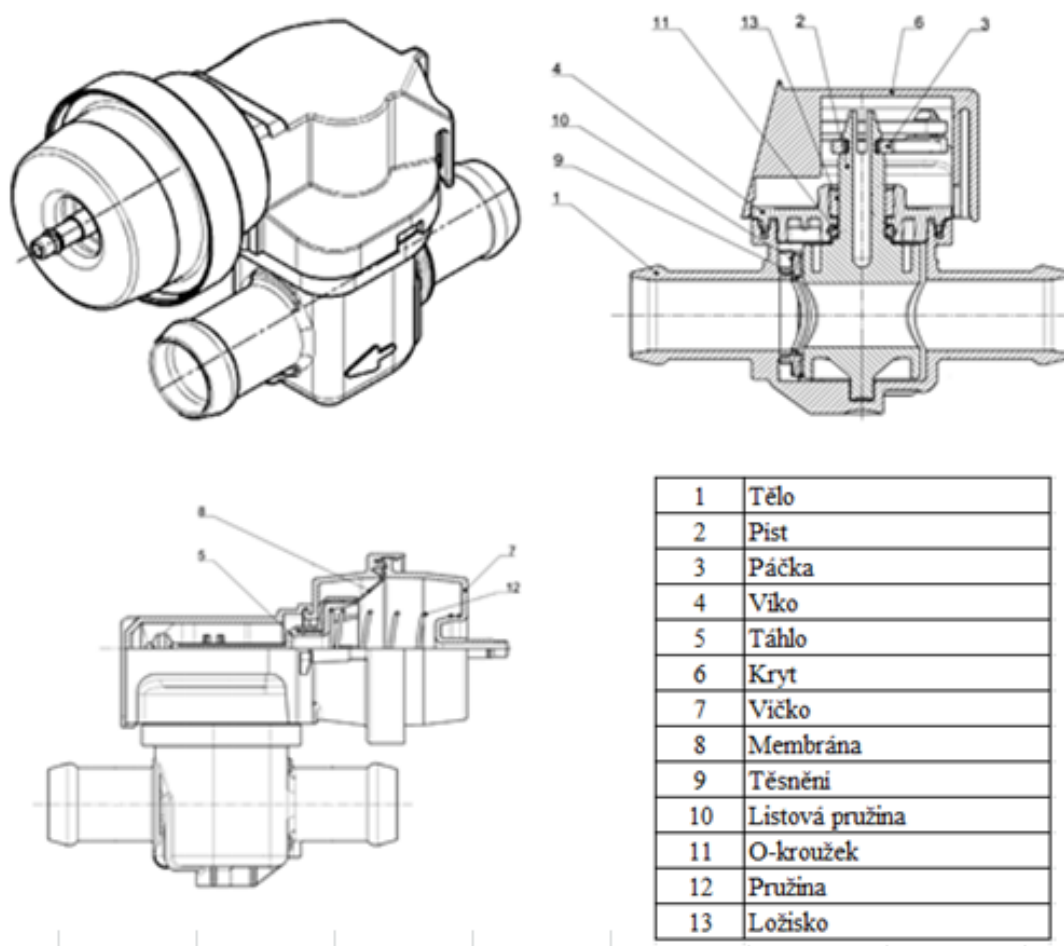
- vzájemné rozmístění strojů,
- dopravně-manipulační prostředky,
- požadavky pracovníků ve výrobě,
- druh výroby (kusová, sériová, hromadná),
- organizace technologického procesu,
- typ průmyslové budovy,
- rozvody technologických kapalin a plynů. ^{[1][2][17]}

2.1 Technologie vyráběných vodních ventilů

Ventil je zařízení, které je mechanicky schopné regulovat nebo úplně zastavit průtok tekutin (plynů, kapalin, zkapalněných tuhých látek, kalů atd.) v potrubí. Trojcestný nebo vícecestný ventil spojuje různá potrubí a směřuje tekutinu do odlišných směrů. V našem případě chladicích okruhů. Vyráběny jsou sedlové a pístové typy ventilů, jejichž funkce je zajištěna na podtlakovém, elektromagnetickém a termostatickém principu.

2.1.1 Podtlakový pístový ventil

Pístový podtlakový ventil má tělo bez přepážky s válcovým otvorem kolmo k ose potrubí. V těle se pohybuje válcový píst, který otvírá nebo zavírá potrubí. Pohyb pístu je zajištěn přes pákový mechanismus a pomocí podtlaku přiváděného do prostoru pružné membrány. Opětovné otevření pístu v potrubí zajišťuje pružina umístěná v membránovém prostoru.

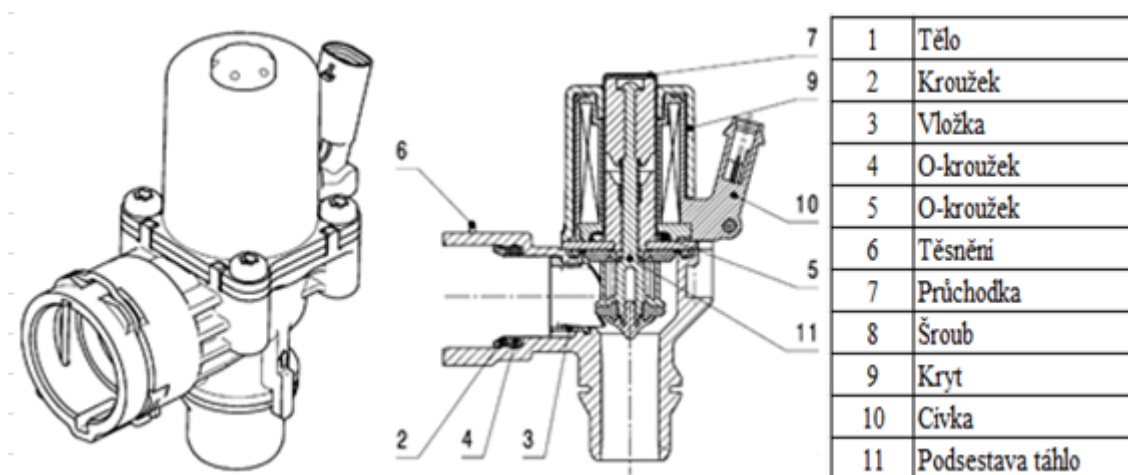


Obr. 7 – Podtlakový pístový ventil ^[30]

2.1.2 Sedlový elektromagnetický ventil

Sedlový ventil má v tělese přepážku s kruhovým nebo kuželovým sedlem. Kolmý pohyb těsnění k ose potrubí obstarává táhlo ovládané pomocí elektromagnetického pole. Toto pole je vytvořeno přivedením vstupního napětí do cívky ventilu. Na táhle je pomocí ultrazvukového nýtování uchycen magnetický váleček zajišťující pohyb táhla. Tento magnetický váleček je po vytvoření elektromagnetického pole táhnut k spodnímu železnému dílu. Prostřednictvím tohoto pohybu táhlo s těsněním dosedne na sedlo ventilu. Zpětný pohyb táhla s těsněním zajišťuje pružina působící proti válečku.

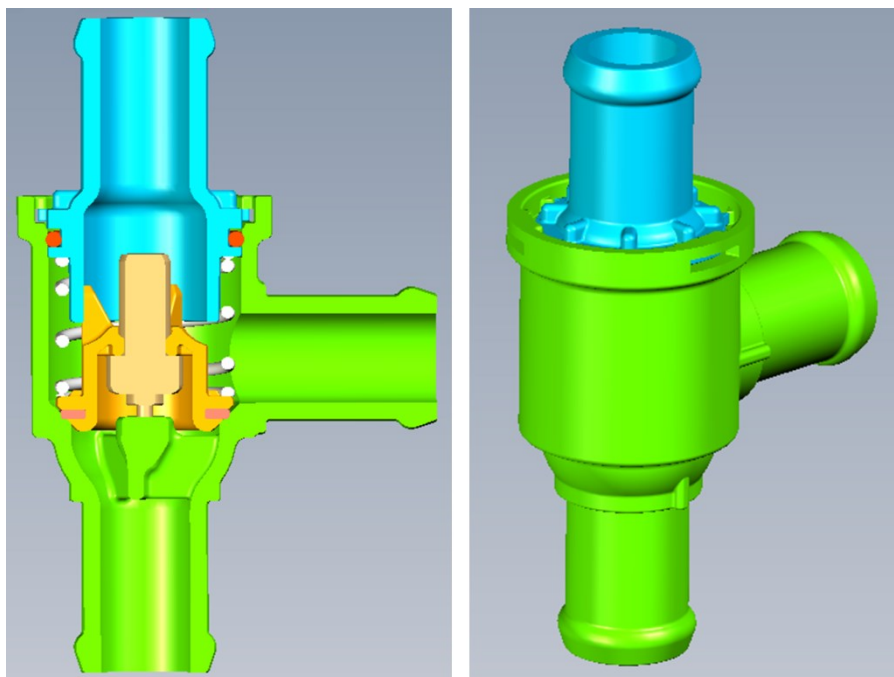
Tyto typy ventilu můžou fungovat i jako vícecestné a přepínají tok média mezi jednotlivé okruhy. Takzvané 3.2 ventily můžou fungovat pomocí jednoho nebo dvou těsnících ploch.



Obr. 8 – Elektromagnetický sedlový ventil ^[30]

2.1.3 Sedlový termostatický ventil

Termostatický sedlový ventil má obdobně jako ventil elektromagnetický v tělese přepážku s kruhovým nebo kuželovým sedlem. Pohyb těsnění v ose potrubí zajišťuje termoelement, jehož funkce je založena na základě tepelné roztažnosti. Pokud teplota média v chladicím okruhu stoupne na určitou hodnotu, dojde k roztažnosti speciálního materiálu uvnitř termoelementu a následnému vytlačení kovové tyčky. Ta zajistí pohyb těsnění od sedla a dochází k přesměrování média do jiného chladicího okruhu. Následný pohyb těsnění zpět při ochlazování média zajišťuje pružina působící proti pohybu tyčky termoelementu.



Obr. 9 – Termostatický sedlový ventil ^[30]

2.2 Metoda úplné vyměnitelnosti součástí

Tato metoda je ve společnosti použita s ohledem na co možná nejvyšší jednoduchost a hospodárnost montážních procesů. Dovoluje montovat všechny součásti, které tvoří rozměrový řetězec s tím, že výsledný funkční rozměr bude splňovat požadavek na přesnost u všech vyráběných jednotek (100% případů správně smontovaných kusů). ^{[1][2]}

Při výrobě touto metodou, musí jednotlivé díly použité v montážních procesech být vyrobeny v takových rozměrových tolerancích, abychom dosáhli požadovaného výsledného rozměru při jakémkoli náhodném výběru vstupních dílů. Tím vzniká požadavek na výrobu součástí v úzkých tolerancích a organizace montáže v hromadné a velkosériové výrobě. V praxi nám díky takto vyráběným vstupním dílům odpadá nutnost kontrolovat výsledný rozměr montované součásti a v technologickém postupu s kontrolou není potřeba počítat. Tím klesnou jednotkové náklady na montáž. ^{[1][2]}

K výhodám používané montážní metody patří jednoduchá technologická příprava montáže (členění, mechanizace, automatizace, normování práce a jiné), nekomplikovaná a ekonomická montáž (možnost nižší kvalifikace personálu, stabilní časy montáže, montáž bez složitého přizpůsobování), hospodárná údržba a opravy produktu díky vyměnitelnosti náhradních dílů. ^{[1][2]}

Nevýhody metody vidím ve vysokých nárocích na přesnost používaných výrobních a měřicích přípravků, delší výrobní časy a tím zvyšující se náklady na výrobu těchto přípravků. ^{[1][2]}

2.3 Konstrukční příprava montáže

Příprava určená výkresem sestav, podsestav, součástí a kusovníkem obsahujícím konstrukční charakteristiky montovaného dílu:

- Rozdělení do montážních skupin a podskupin,
- konečný tvar a rozměry,
- základní součásti (včetně spojovacích),
- označení, počet a druh spojů,
- výsledné funkční rozměry všech montážních skupin a celků.

Součástí dokumentace musí být kusovník, který popisuje jaké součásti, skupiny jsou potřebné k zhotovení produktu, a v jakém množství. ^[2]

2.4 Technologická příprava montáže

Technologická příprava a dokumentace vychází z konstrukčních podkladů a podle složitosti může obsahovat:

- montážní schéma,
- technologický postup výroby,
- procesní list montáže. ^[2]

2.5 Montážní schéma

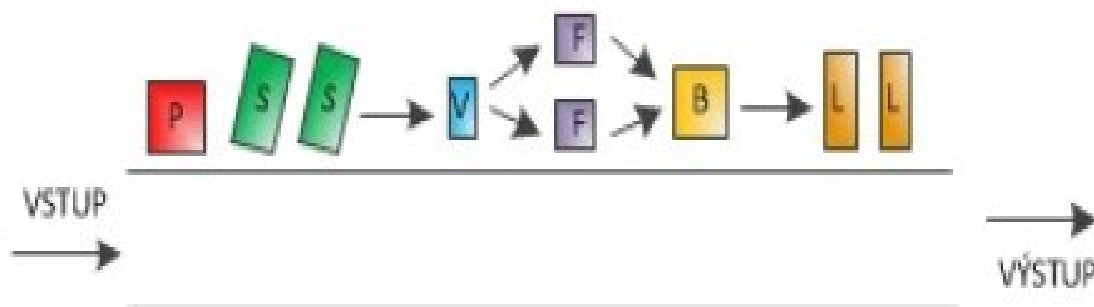
Využívá se k volbě vhodného typu výroby. Pro toto schéma je základním podkladem k vypracování sestavný výkres. Různými formami přehledně vyjadřuje strukturu montážní jednotky, pro kterou se poté tvoří technologický postup. Schéma je tedy základním podkladem pro tvorbu technologického postupu montáže a dává přehled o vzájemném spojení součástí. Dále je z tohoto schématu patrné jaké součásti a v jakém pořadí by měly

být spojovány, rozmístění součástí pro ideální organizaci montáže, počty kusů a jiné. Nejčastější formou bývá blokové schéma, do jednotlivých bloků se vepisují identifikující údaje jako název, číslo výkresu, normy ISO, EN, ČSN, a podobně. ^{[1][2]}

2.6 Předmětné uspořádání pracovišť

Seskupení pracovišť vhodné pro sériovou nebo opakovanou výrobu malých sérií. Pracoviště seskupujeme podle charakteristických znaků pracovních předmětů. Výrobky prochází jednotlivými pracovišti podle technologického postupu od první do poslední operace. Výhodou je malá rozpracovanost, menší mezioperační časy, snížení nákladů na skladování a úspora prostředků vázaných na oběh. Nevýhodou je potřeba specializovaných jednoúčelových pracovišť a vyšší náklady na pořízení strojů. ^{[17][18]}

Tento typ uspořádání je ve společnosti WOCO STV s.r.o. využívám k výrobě náhradních dílů, starších typů výrobků a dílů vyráběných v malém ročním objemu.



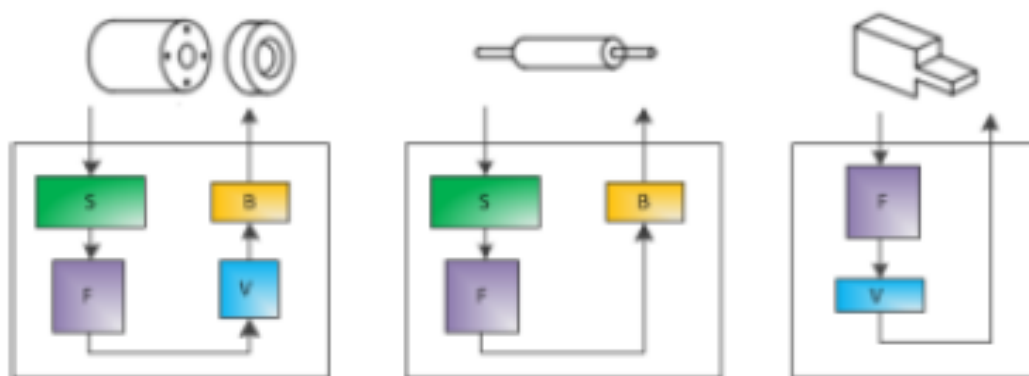
Obr. 10 – Předmětné uspořádání pracovišť ^[18]

2.7 Buňkové uspořádání pracovišť

Buňkové uspořádání je tvořeno vysoce produktivním strojem s mechanizovaným nebo automatizovaným okolím (robot, zásobník, manipulátor, automatická mezioperační manipulace a další). Vzhledem k využitelnosti jednotlivých buněk je nutno klást důraz na synchronizaci operací a montážních procesů, tedy aby jednotlivé operace byly stejně dlouhé nebo jejich délky byly celistvými násobky délky nejkratší z nich. Dále je potřeba klást důraz na technickou vybavenost a zdokonalování organizace příslušných pracovišť. Výhodou tohoto uspořádání je vysoká produktivita práce, minimalizovaná manipulace

s materiálem, zkrácení doby výroby, snížení zmetkovitosti, zvýšení kvality a snížení nákladů na oběžné prostředky. Nevýhodou jsou vyšší nároky na technickou přípravu a vysoká cena strojů a pracovních přípravků. ^{[1][2][17][18]}

Buňkové uspořádání je momentálně nejčastěji používané uspořádání pracovišť ve firmě WOCO STV s.r.o. Vzhledem k aktuálnímu stavu techniky, automatizace a požadavků zákazníků se postupně od uspořádání opouští a staví se automatizované výrobní linky.



Obr. 11 – Buňkové uspořádání pracovišť ^[18]

2.8 Montážní linky

Lze je charakterizovat jako souhrn po sobě jdoucích montážních pracovišť rozmístěných podle technologického postupu. Jednotlivá pracoviště jsou spojené mezioperační dopravou, nejčastěji pomocí pásového dopravníku a slouží k uskutečnění montážních operací jednotlivých částí nebo celého výrobku. ^{[1][2]}

Většinou první poloha slouží jako zakládání základní součásti do pojízdného vozíku, následující pracoviště mohou být zakládací, spojovací či kontrolní. Ve většině případů slouží poslední poloha jako odebírací stanice. Díky variabilitě tvarů linek může první poloha sloužit jako zakládací i odebírací poloha. ^{[1][2]}

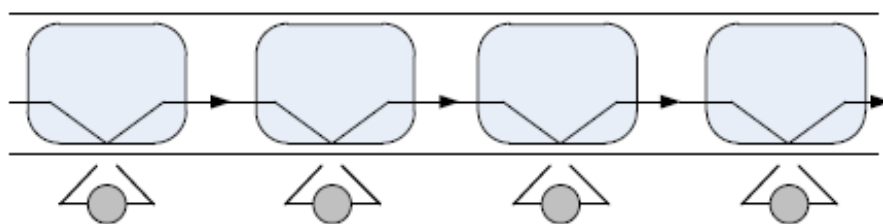
Jednotlivé montážní a operační jednotky mohou být vůči dopravníku různě orientovány (z boku, shora), vzhledem k potřebám operace. Jelikož dopravník není monoblok, může být výrobní linka libovolně dlouhá a systém obsahovat potřebné množství poloh. Můžeme tedy montovat i velmi složité součásti. Výhodou systému je aretace operačních subsystémů a tím zvýšení přesnosti výroby. ^{[1][2]}

Montážní linky můžeme dělit podle:

- Využití mechanizace a zapojení člověka do procesu:
 - Ruční,
 - poloautomatické mechanizované,
 - automatické.
- Způsobu pohybu výrobku:
 - Stacionární,
 - s pohybujícím se výrobkem.
- Způsobu provádění montážních prací:
 - Přímo na dopravníku,
 - mimo dopravník.
- Způsobu prostorového uspořádání:
 - Rozvětvené,
 - jednoduché.
- Montážního taktu:
 - S pevným montážním taktem,
 - s volným montážním taktem. ^[2]
- Počtu montovaných druhů na lince:
 - Jednopředmětové,
 - víceřadové. ^[2]

Vzhledem k náročnosti výsledného produktu vyráběného firmou WOCO STV s.r.o. není možné stavět plně automatizované montážní linky. Vzniká zde omezení s manipulací, zakládáním a orientací mnoha tvarových vstupních dílů. Aby se vyhovělo požadavkům zákazníků a eliminoval se počet výrobních operátorů ve výrobě, jsou stavěny poloautomatické mechanizované montážní linky. U těchto výrobních systémů jsme schopni splnit požadavky na provázanost jednotlivých procesů, sběr procesních dat, jejich vyhodnocování a orientování se čím dál více směrem k průmyslu 4.0.

Nespornou výhodou těchto montážních linek je schopnost vyrábět velké množství dodávaných kusů, provázanost procesů, minimalizace manipulace s materiálem a zvýšení kvality dílů díky zvýšenému stupni automatizace. Nevýhodou je velmi vysoká pořizovací cena montážních stanic a oběžných prostředků (dopravník, vozíky aj). ^{[1][2][18]}

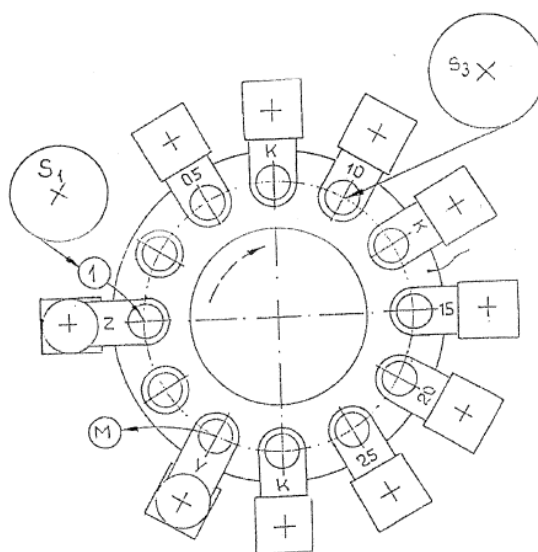


Obr. 12 – Schéma jednostranné jednosměrné montážní linky ^[2]

2.9 Karusel

Karusel je jako jeden ze základních dopravníků v podobě kruhového stolu, otočného kolem své svislé osy využíván k dopravě dílů či montážních přípravků do požadované polohy. Ve firmě jsou karusely využívány převážně k dopravě hotových dílů mezi jednotlivými zkušebními stanicemi. Jednotlivé polohy jsou rozmístěny v určité rozteči, okolo stolu jsou v příslušné rozteči montážní prostředky nebo zkušební přípravky. Principem karuselu je založení dílu v první poloze, následná automatická montáž, popis dílu či postupné zkoušky až po hotovou montážní jednotku v poslední poloze. Zde dojde k vyjmutí z přípravku pomocí manipulátoru a odložení. ^{[1][2]}

Karuselový systém může pracovat kontinuálně. Ve většině případů však pracuje jako dělicí a otáčí se periodicky s výdržemi v jednotlivých polohách k provedení operací. Jednotlivé operace běží souběžně a celý proces je synchronizovaný. Počet poloh systému je omezen rozměry stolu. Vyšší počet poloh získáme díky zvětšení průměru stolu. ^{[1][2]}



Obr. 13 – Schéma montážního karuselu ^[1]

3 NÁVRH VHODNÉ MONTÁŽE VODNÍCH VENTILŮ

Kapitola se zabývá návrhem vhodné montáže vyplývající z různých hledisek. Nejdůležitějším z hledisek je požadovaný objem dodávaných kusů za rok, z kterého vyplývá nutný výrobní takt montáže. Dále požadavky a přání zákazníka na zajištěnost procesů, sběr procesních dat a stupeň automatizace. Automatizace hraje významnou roli při návrhu, platí nepsané pravidlo: „Čím méně operátorů v procesu, tím lepší hospodárnost.“ U těchto návrhů je potřeba brát ohledy na možnosti techniky, kdy největší omezení vzniká při manipulaci, zakládání a orientaci jednotlivých dílů. Významnou roli hraje materiálový tok dílů, který vyplývá z montážního schématu, neboli vývojového či postupového diagramu.

3.1 Kapacitní propočet

3.1.1 Informace k výpočtu

Počet směn:	3 směnný provoz → 15 směn týdně
Počet hodin v jedné směně:	8 hodin
Celková délka přestávek:	30 minut
Denní údržba:	30 minut
Počet pracovních dnů:	240 dnů za rok
Počet pracovních týdnů:	48 za rok
Požadovaný objem výroby:	1150000 kusů ročně
Firemní součinitel flexibility výroby:	85 %

Je kalkulována firemní kapacita výroby na 48 pracovních týdnů ročně. Tento počet byl interně specifikován pro potřeby kapacitních výpočtů. Ve zbylých kalendářních týdnech jsou zahrnuty státní svátky, prostoje, dovolené, výpadky z důvodu nedodání vstupních dílů, a podobně.

3.1.2 Výpočet taktu linky

F_d ...hodinový časový fond (počet pracovních hodin za den) [hodiny/den]

F_k ...kalendářní časový fond (počet pracovních dní v roce) [dny/rok]

f_{85} ...firemní součinitel flexibility výroby [%]

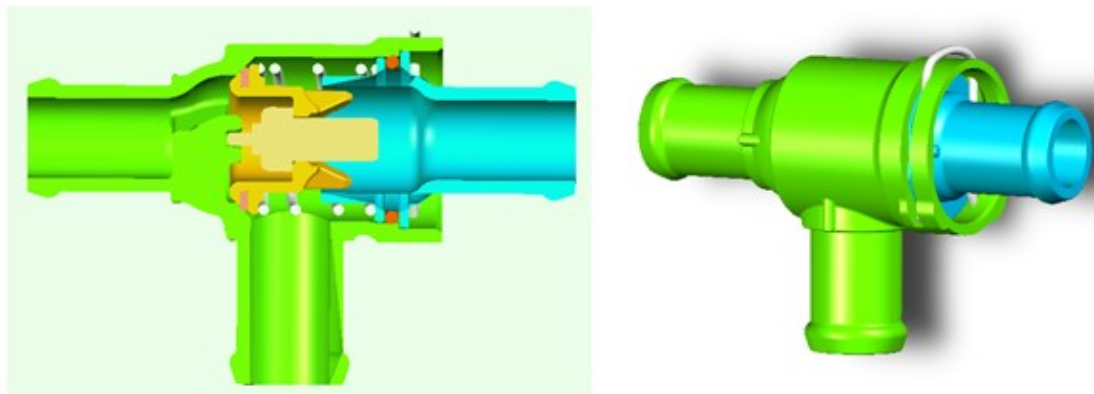
T_p ...takt montážní linky [s]

V ...požadovaný objem výroby (počet dodaných kusů za rok) [kusy/rok]



$$T_p = \frac{F_k \cdot F_d \cdot f_{85} \cdot 3600}{V} = \frac{240 \cdot 22 \cdot 0,85 \cdot 3600}{1150000} = 14,05 \text{ s}$$

Z výpočtu vyplývá, že při požadované výrobě 1150000 kusů ventilu za rok a vzhledem ke specifikacím firemních procesů je potřebný takt montážní linky 14,05 s.

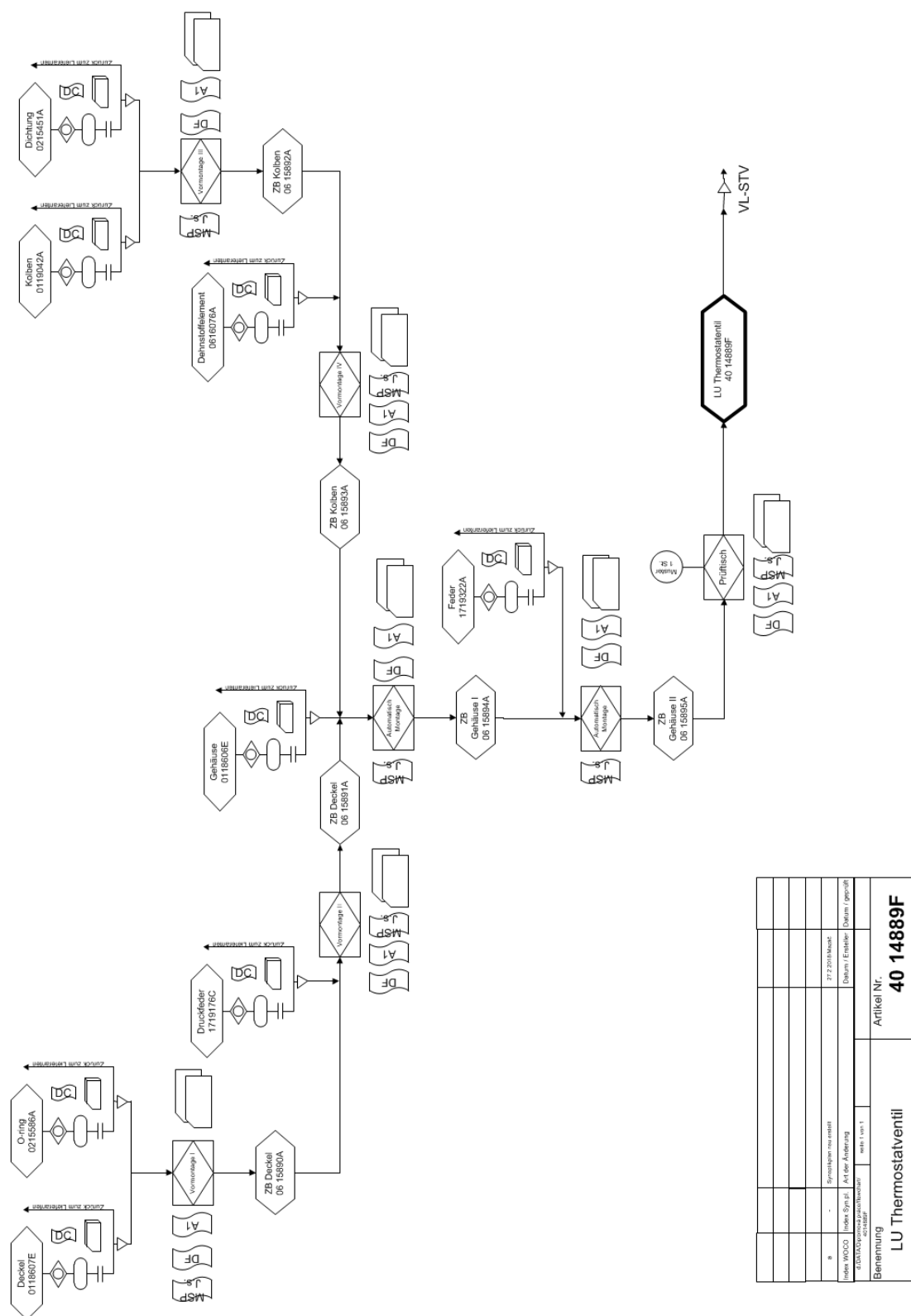
3.2 Díl 40 14889F



Obr. 14 – Ventil 40 14889F^[30]

Poz.	Název	Číslo artiklu	Materiál	Poznámka	Náhled
1	Tělo	0118606E	PA6T/XT -GF35		
2	Víko	0118607E	PA6T/XT -GF35		
3	Roztažený prvek	0616076A	X6CrNiCuS18-9-2 (Tělo) X8CrNiS18-9 (Píst)	Pracovní teplota 35°/45°	
4	Pružina	1719176C	1.4310		
5	Píst	0119042A	PPS-GF40		
6	Těsnění	0215451A	EPDM 70+/-5 Sh A		
7	O-kroužek	0215586A	EPDM 60+/-5 Sh A	Průměr 2,8mm, Vnější 28mm Vnitřní 22,4mm	
8	Spona	1719322A	Pružinový drát EN 102-70-3-1. 4568-2.00	Průměr 2mm, rozměry 27,5x37,5mm	

Obr. 15 – Kusovník ventilu 40 14889F ^[30]



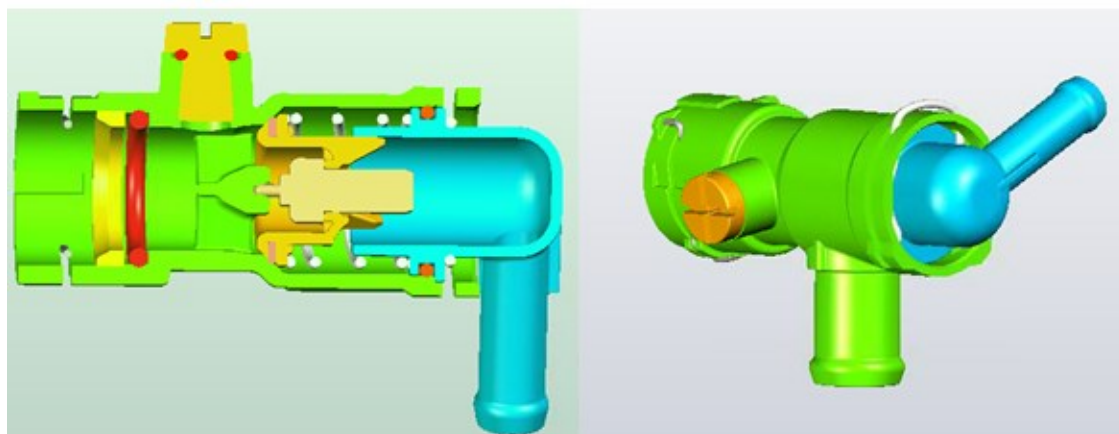
Obr. 16 – Vývojový diagram ventilu 40 14899F^[30]

Z geometrie kompletního kusu a jednotlivých dílů lze rozhodnout, které části je možné polohovat a montovat automaticky. Vzhledem k různorodosti geometrie dílů Tělo, Víko, Pružina a Píst není vhodné tyto díly montovat automaticky a je potřeba volit ruční montáž. Díl Roztažný prvek je náchylný k poškození a taktéž je lepší volit ruční montáž.

V montážním schématu jsou patrné tři hlavní montážní větve. Z toho plyne použití tří montážních stanic. Vzhledem k již zmiňovanému problému s manipulací dílů budou dvě ruční a jedna automatická. Čtvrtá zkušební stanice plynoucí z montážního schématu by měla taktéž fungovat plně automaticky.

Ve výrobním procesu je nutné zajistit přítomnost a správnou polohu všech dílů, zajistit provázanost procesů a sběr procesních dat. Dále je nutné zařadit zkoušku těsnosti tělesa pomocí přetlaku. Funkčnost dílu Roztažný prvek zajistí a zaručí dodavatel. Montážní proces bude končit automatickým tříděním vyhovujících a zmetkových kusů, laserovým popisem shodných dílů.

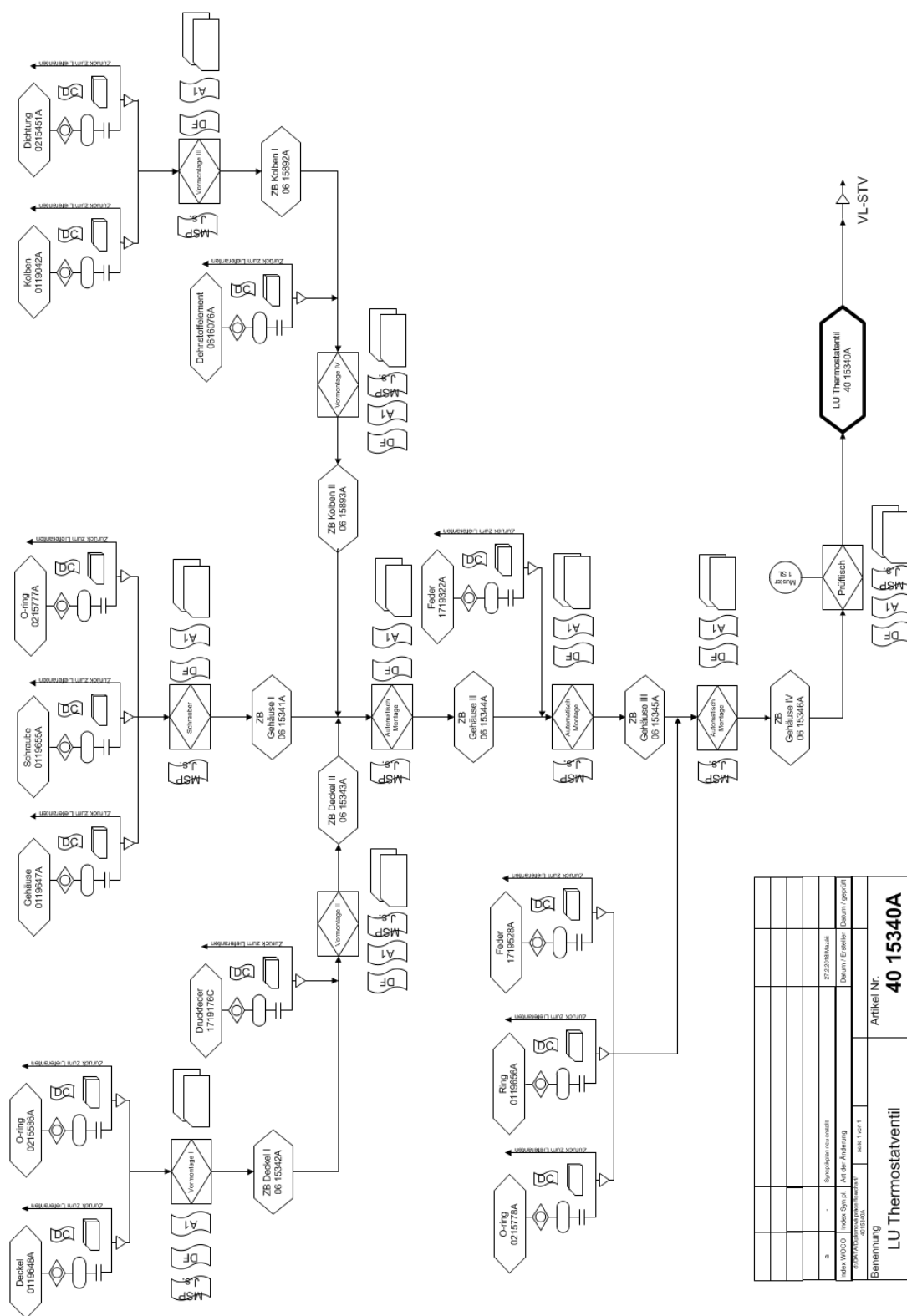
3.3 Díl 40 15340A



Obr. 17 – Ventil 40 15340A ^[30]

Poz.	Název	Číslo artiklu	Materiál	Poznámka	Náhled
1	Tělo	0119647A	PA6T/XT -GF35		
2	Víko	0119648A	PA6T/XT -GF35		
3	Roztažený prvek	0616076A	X6CrNiCuS18-9-2 (Tělo) X8CrNiS18-9 (Píst)	Pracovní teplota 35°/45°	
4	Pružina	1719176C	1.4310		
5	Píst	0119042A	PPS-GF40		
6	Těsnění	0215451A	EPDM 70+/-5 Sh A		
7	O-Kroužek	0215586A	EPDM 60+/-5 Sh A	Průměr 2,8mm Vnější 28mm Vnitřní 22,4mm	
8	Spona	1719322A	Pružinový drát EN 102-70-3-1. 4568-2.00	Průměr 2mm, Rozměry 27,5x37,5m	
9	Šroub	0119655A	PPS-GF40 Fortron 1140 L4		
10	O-Kroužek	0215777A	EPDM 70 +/- 5 Sh A		
11	O-Kroužek	0215778A	EPDM 70 +/- 5 Sh A		
12	Kroužek	0119656A	PPS-GF40		
13	Spona	1719528A	Pružinový drát EN 102-70-3- 1.4568-2.00		

Obr. 18 – Kusovník ventilu 40 15340A ^[30]



Obr. 19 – Vývojový diagram ventilu 4015340A [30]

Automatického polohování a montování dílů je využito u součástí Kroužek, O-Kroužek a dvou Spon. Vzhledem k různorodé geometrii dílů Tělo, Víko, Pružina a Píst je technicky velmi náročné tyto díly montovat automaticky a je potřeba volit ruční montáž. Díl Roztažný prvek je náchylný k poškození a taktéž je lepší volit ruční montáž.

V montážním schématu je patrných pět hlavních větví a z toho plyne využití pěti montážních stanic. S ohledem na možnosti techniky budou dvě stanice plně automatické a tři stanice ruční. Poslední stanice montážního procesu bude zkušební a měly by fungovat plně automaticky. Díky mnoha shodným dílům a velmi podobné geometrii budou čtyři montážní stanice fungovat pro obě varianty ventilu.

Ve výrobním procesu je nutné zajistit správnost šroubovacího procesu, přítomnost správnou polohu všech dílů, zajistit provázanost procesů a sběr procesních dat. Dále je potřebné zařadit zkoušku těsnosti tělesa pomocí přetlaku. Montážní proces bude končit automatickým tříděním vyhovujících a zmetkových kusů, laserovým popisem shodných dílů.

3.4 Volba optimální varianty montáže

Díky vysokému počtu dodávaných kusů a všem již zmíněným podmínkám je zvolena montáž formou **Transferové montážní linky**.

4 NÁVRH ROZMÍSTĚNÍ PRACOVÍŠŤ

4.1 Popis zvolené varianty montážní linky

4.1.1 Rám stanic

Rámy jednotlivých výrobních stanic budou tvořeny profilovými podpěrami dodávané společností Bosch. Tyto profilové podpěry jsou standartní a běžně používané při výrobě jednoúčelových výrobních strojů. ^[19]



Obr. 20 – Profilové podpěry ^[19]

4.1.2 Dopravníkový systém

Pohyb dílů mezi jednotlivými stanicemi bude zajištěn pomocí TS 2plus Transfer System taktéž vyráběný a dodávaný společností Bosch. ^[20]



Obr. 21 – TS 2plus Transfer Systém ^[20]

Převodový systém Rexroth TS 2plus je multi-talentovaný systém, který zaručuje ekonomickou výrobu. Jedná se o různorodý modulární systém, který splňuje požadavky široké škály různých produktů.

Kromě různých typů dopravních médií (polyamidové řemeny, ozubené řemeny, ploché horní řetězy a akumulární válečkové řetězy), TS 2plus také poskytuje dostatek specifických jednotek včetně křivek, příčných dopravníků, poloh a pohonných jednotek. Kromě toho lze čas a úsilí konstruování snížit na minimum díky předdefinovaným makromodelům. ^[20]

Výhody: Rozmanitě, robustní, adaptabilní.

Vzhledem k velkému počtu modulárních součástí zabudovaných do systému lze bez problémů přizpůsobit konkrétním výrobním podmínkám a individuálním uspořádáním:

- palety obrobku speciálně navržené pro velikosti produktu,
- maximální zatížení až 100 kg na paletu,
- velikost palet obrobku: 160 x 160 mm až 1040 x 800 mm ^[20]

4.1.3 Sběr procesních dat

Sběr dat z jednotlivých výrobních stanic a jejich přiřazení k danému dílu bude zprostředkován pomocí RFID systému který lze nakoupit spolu s transferovým systémem. Data jsou ukládána na chipy propojené s jednotlivými vozíky. ^[21]

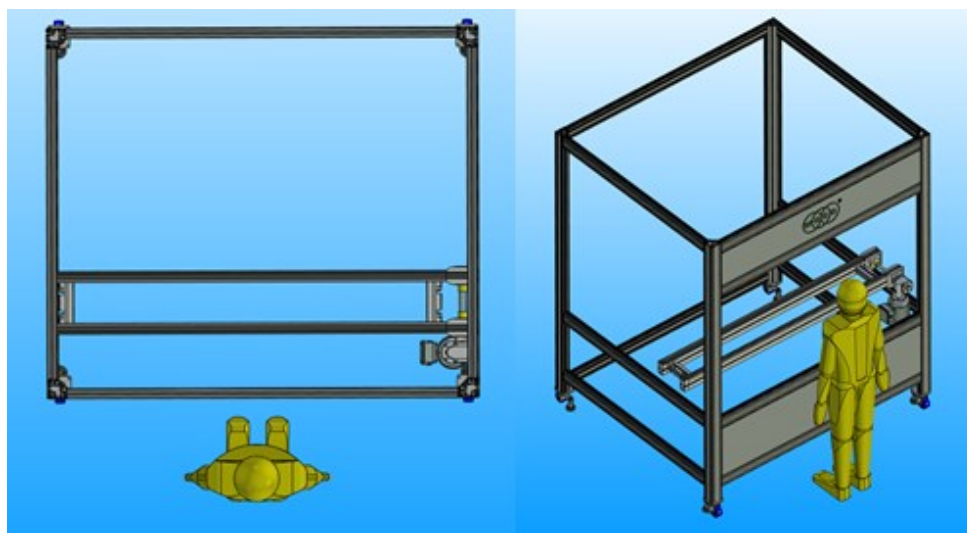


Obr. 22 – Identification System ID 15 ^[21]

Systémy RFID zajišťují tok informací doprovázejících výrobky v montážních linkách. Údaje týkající se objektů umožňují cílené řízení procesních a zpracovatelských kroků, při výrobě variant produktů na rozvětvených, flexibilních montážních systémech. Dokumentováním všech procesních kroků a výrobních dat je možné provést vysledovatelnost i při výskytu chyb. [21]

Identifikační systém ID 15 umožňuje spolehlivou a rychlou identifikaci obrobků. Datový štítek lze namontovat na nebo pod paletou výrobku a může být také plně integrován do palety výrobku. Krátké časy přístupu s vysokou odolností proti rušení a vysokou dostupností jsou hlavními rysy systému. [21]

Klíčovými technologiemi použitými v lince jsou šroubování, lisování, automatické polohování a zakládání, přetlaková zkouška vzduchem, automatická manipulace a třídění dílů, laserový popis.



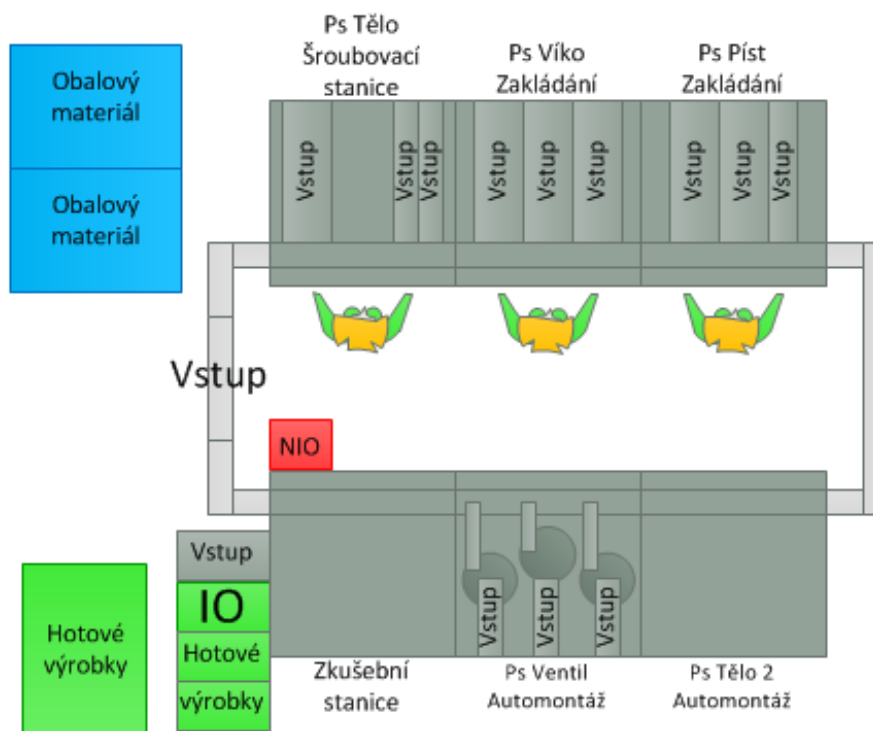
Obr. 23 – Předpokládaný vzhled výrobní stanice [30]

4.2 Rozmístění pracovišť

V tomto návrhu montážní linky vodních ventilů se pracuje v třísměnném provozu. Linka obsahuje celkem šest výrobních stanic, z toho jsou tři nebo dvě v závislosti na vyráběné variantě ventilu obsluhovány výrobními operátory. Zastavená plocha montážní linky se při tomto návrhu odhaduje na 40 m².

V schématickém layoutu je patrné znázornění vstupu jednotlivých dílů, vstup do linky, prostor pro obalový a vstupní materiál, prostor pro výstupní hotové díly. Tvar

linky byl volen s ohledem na co možná nejkratší dopravníkový systém, jelikož cena dopravníku je poměrně vysoká. Výstup NIO dílů je volen do vnitřního prostoru linky tak, aby bylo možné po ukončení výroby provést opakovanou zkoušku NIO dílů. Výstup IO dílů zprostředkovan pomocí automatického balicího systému. Detailně jsou jednotlivé montážní stanice popsány v následujícím textu.



Obr. 24 – Schématický layout montážní linky

4.3 Popis jednotlivých montážních stanic

4.3.1 Stanice 1 – Šroubovací stanice

V první stanici výrobní operátor zakládá tělo ventilu 40 15340A do šroubovacího přípravku, následně zakládá O-kroužek do správné pozice na vývodu z ventilu. Po založení spouští kontrolu přítomnosti a správného založení O-kroužku pomocí kamery. Založí šroub a pomocí šroubováku šroub zašroubuje na předepsaný utahovací moment. Po zašroubování odkládá smontovanou podsestavu na dopravníkový pás a začíná s dalším výrobním cyklem. Stanice určena pouze pro výrobu artiklu 40 15340A. Pohyb dopravníku je časově neutrální při montáži šroubu. Ve výrobní stanici je použita kamera (tzv. “Checker“) společnosti Cognex a šroubovák Dessouter.



Obr. 25 – Checker společnosti Cognex ^[22]

Inteligentní senzor od společnosti Cognex je určen ke kontrole přítomnosti/absence rozměrů a barvy požadovaných prvků, je tedy vhodný ke kontrole přítomnosti o-kroužku.

Schopnosti senzoru:

- rychlé a jednoduché nastavení,
- neomezený počet kontrolovaných prvků,
- 32 nezávislých jobů,
- offline simulátor pro nastavení jobů,
- logic editor,
- neomezené ukládání obrazu na server,
- široká škála integrovaného LED osvětlení a filtrů optimalizujících kontrast obrazu,
- Ethernet IP, Profinet,
- Kompletní vizualizace výsledků a parametrizace přes panel Senzor View. ^[22]

Elektrický utahovací systém Dessouter je automaticky řízen měřením spotřeby energie nástroje a sledování rotace úhlu. Každý nástroj má paměť. Při připojení nástroje k řídicí jednotce řízení rozpozná nástroj a automaticky nastaví všechny konkrétní parametry. Zde je zvolena kombinace elektrického řízení CVICII-L2 a elektrického šroubováku ERSF6-03. ^{[23][24]}



Obr. 26 – Elektrické řízení CVICII-L2 ^[23]



Obr. 27 – Elektrický šroubovák ERSF6-03 ^[24]

Parametry šroubováku:

- otáčky naprázdno – 1725 min^{-1}
- rozsah utahovacího momentu – $1.0 \div 6 \text{ Nm}$,
- čistá hmotnost – $0,7 \text{ kg}$,
- délka – 299 mm . ^[24]

4.3.2 Stanice 2 – Zakládání

Druhá stanice je rovněž obsluhována výrobním operátorem. Ten zde neutrálně v čase pohybu dopravníkového pásu ručně předmontuje díly Víko a O-kroužek. Smontovanou podsestavu zakládá do vozíku a následně na tuto podsestavu nacvakne díl Pružina. V případě výroby artiklu 40 14889F ještě zakládá díl Tělo do vozíku.

Správnost montáže O-kroužku a přítomnost všech použitých dílů je kontrolována pomocí laserové senzoriky.

4.3.3 Stanice 3 – Zakládání

Výrobní operátor ve stanici číslo tři ručně předmontuje díly Píst a Těsnění, taktéž neutrálně v čase pohybu dopravníku. Smontovanou podsestavu zakládá do vozíku, následně vkládá díl Roztažný prvek do této podsestavy.

Správnost montáže Těsnění a Roztažného prvku je kontrolována pomocí Checkeru společnosti Cognex, stejného jaký je použitý v první stanici.

4.3.4 Stanice 4 – Automatická montáž

Stanice číslo čtyři funguje plně automaticky. Ve stanici manipulátor odebírá z vozíku podsestavu Pístu a zakládá ji do podsestavy Tělo ventilu. Následně stejný manipulátor pomocí druhého úchytu odebírá z vozíku podsestavu Víka a zakládá ji do podsestavy Tělo ventilu. Tuto podsestavu přidrží ve správné poloze, v době přidržení je automaticky namontována Spona, která drží všechny podsestavy pohromadě.

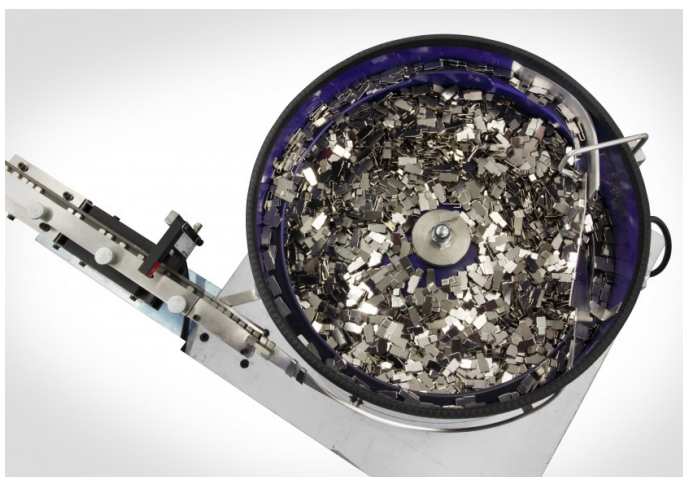
Stanice pracuje pro oba artikly stejně. Nutné je při změně artiklu vyměnit úchytný mechanismus pro podsestavu Víka. Spona je k automatické montáži přivedena pomocí vibračního bubnu a specifického manipulačního systému. Následně pomocí pneumatického lisu namontována do správné polohy.



Obr. 28 – Robot Fanuc LR Mate 200iD/4SH ^[25]

Kompaktní pětiosý typ s krátkým ramenem, který nabízí dosah 550 mm a vysokorychlostní zápěstí, je ideální pro stísněná pracoviště a menší stroje. Snadno se integruje a je pro něj k dispozici široké spektrum doplňků včetně integrované funkce intelligence (vidění a snímání síly), speciálních aplikačních sad a komplexní třídy ochrany IP69K. [25]

Vibrační zásobník je určený pro podávání a orientaci dílů do jednotné polohy před jejich dalším zpracováním. Do stanice byl zvolen vibrační zásobník společnosti Vondra a Vondra. [26]



Obr. 29 – Podoba vibrační podavače [26]

4.3.5 Stanice 5 – Automatická montáž

V pořadí pátá stanice je určena pouze pro výrobu 40 15340A a funguje plně automaticky. Vozík ve stanici zastaví celkem čtyřikrát. V prvním zastavení manipulátor otočí díl do správné pozice, následně jsou automaticky v pořadí montovány díly O-kroužek, Kroužek a Spona.

Polohování dílů je opět zajištěno pomocí vibračních mechanismů společnosti Vondra a Vondra. Montáž jednotlivých dílů je zajištěna pomocí specifických manipulačních pohybů. Po montáži Spony je použit Checker firmy Cognex ke kontrole správné montáže O-kroužku a Spony.

4.3.6 Stanice 6 – Testovací stanice

Jako poslední je umístěna zkušební stanice zajišťující stoprocentní kontrolu vyráběných dílů, tato stanice rovněž funguje plně automaticky. Pohyb dílů ve stanici zprostředkovává tříosý manipulátor. Díky použití přetlakové zkoušky vzduchem je zajištěna požadovaná těsnost dílu. Po zkoušce následuje automatické třídění dobrých a špatných dílů. Dobré díly dále putují na laserový popis, kde jsou k dílu pomocí DMC kódu přiřazeny výrobní a zkušební data, identifikace dílu. Po popisu dílu jsou automaticky baleny do výstupních plastových krabic. Všechny pohyby dílu a popis probíhají neutrálně v čase zkoušky ventilu.

K detekci těsnosti pomocí přetlaku je použit průtokoměr ATEQ D620 vhodný k testování sedel ventilů, či o-kroužků. [27]



Obr. 30 – ATEQ D620 [27]

K popisu dílu využiji laserovou popisku společnosti Miyachi. Řada ML-73 Fiber Laser Marker kombinuje špičkovou technologii s robustností pro širokou škálu značkovacích aplikací. Tato univerzální řada je navržena s mnoha možnostmi integrace, aby vyhovovala samostatné operaci, plné automatizaci výroby nebo vývoji prototypů.



Obr. 31 – Laserová popiska ML-73 D [28]

5 STANOVENÍ MONTÁŽNÍCH ČASŮ

Kapitola se věnuje teoretickému stanovení nutných montážních časů operátorů a celé montážní linky. Potřeba je zajistit vyvážení jednotlivých pracovišť.

5.1 Teoretický montážní čas

1.	Šroubovací stanice	Stroj [s]	Operátor [s]
1.1		0,00	0,00
	12% Koeficient	0,00	0,00
	Celkový výrobní čas [s]		0,00
2.	Zakládání	Stroj [s]	Operátor [s]
2.1	Předmontáž Víka a O-kroužku, založení do vozíku	0,00	7,00
2.2	Založení pružiny do Víka	0,00	3,00
2.3	Založení Těla ventilu	0,00	2,50
2.4	Pohyb dopravníku (časově neutrální v době montáže)	4,00	0,00
	12% Koeficient	0,00	14,00
	Celkový výrobní čas [s]		14,00
3.	Zakládání	Stroj [s]	Operátor [s]
3.1	Předmontáž Pístu a Těsnění	0,00	7,00
3.2	Předmontáž podsestavy Pístu a Roztažného prvku, založení do vozíku	0,00	5,50
3.3	Pohyb dopravníku (časově neutrální v době montáže)	4,00	0,00
	12% Koeficient	0,00	14,00
	Celkový výrobní čas [s]		14,00
4.	Automontáž	Stroj [s]	Operátor [s]
4.1	Montáž podsestavy pístu do Těla ventilu	3,00	0,00
4.2	Montáž podsestavy Víka do těla ventilu	3,00	0,00
4.3	Automatické lisování Spony	2,50	0,00
4.4	Pohyb dopravníku	4,00	0,00
	12% Koeficient	14,00	0,00
	Celkový výrobní čas [s]		14,00
5.	Automontáž	Stroj [s]	Operátor [s]
5.1		0,00	0,00
	12% Koeficient	0,00	0,00
	Celkový výrobní čas [s]		0,00
6.	Testovací stanice	Stroj [s]	Operátor [s]
6.1	Přetlaková zkouška vzduchem	10,50	0,00
6.2	Pohyb dílu	2,00	0,00
6.3	Laserové značení (časově neutrální v době zkušebního cyklu)	4,00	0,00
6.4	Automatické balení (časově neutrální v době zkušebního cyklu)	2,00	0,00
6.5	Pohyb dopravníku (časově neutrální v době zkušebního cyklu)	4,00	0,00
	12% Koeficient	14,00	0,00
	Celkový výrobní čas [s]		14,00

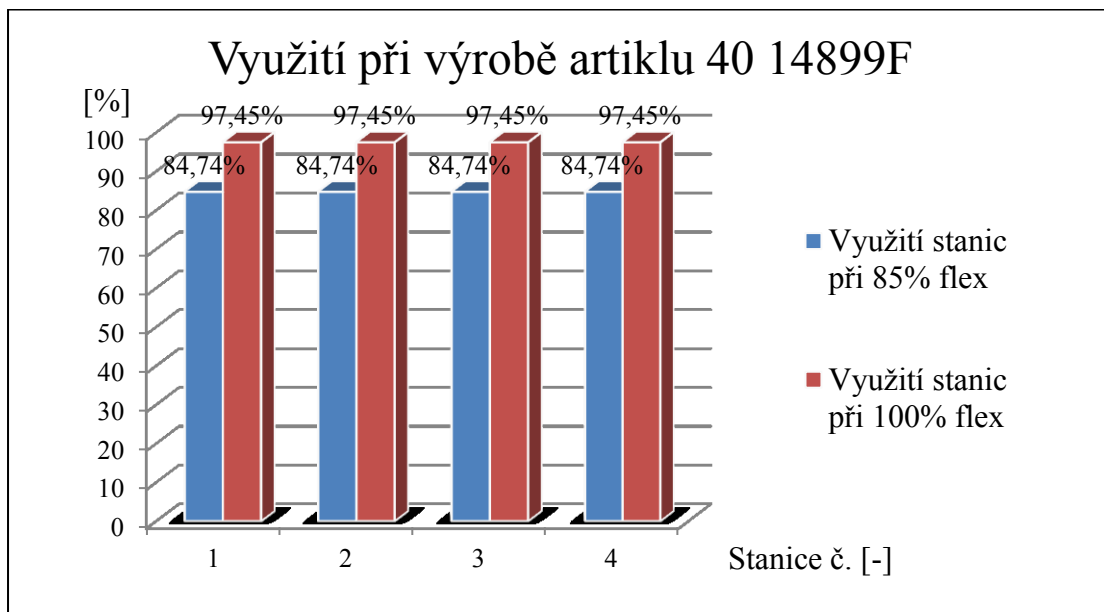
Tab. 1 – Teoretické montážní časy výroby ventilu 40 14889F

1.	Šroubovací stanice	Stroj [s]	Operátor [s]
1.1	Založení těla ventilu do přípravku	0,00	3,00
1.2	Založení O-kroužku	0,00	3,00
1.3	Založení šroubu, šroubování	0,00	4,00
1.4	Založení sešroubované podsestavy do vozíku	0,00	2,50
1.5	Pohyb dopravníku (časově neutrální v době montáže)	4,00	0,00
	12% Koeficient	0,00	14,00
	Celkový výrobní čas [s]	14,00	
2.	Zakládání	Stroj [s]	Operátor [s]
2.1	Předmontáž Víka a O-kroužku, založení do vozíku	0,00	7,00
2.2	Založení pružiny do Víka	0,00	3,00
2.3		0,00	0,00
2.4	Pohyb dopravníku (časově neutrální v době montáže)	4,00	0,00
	12% Koeficient	0,00	11,20
	Celkový výrobní čas [s]	11,20	
3.	Zakládání	Stroj [s]	Operátor [s]
3.1	Předmontáž Pístu a Těsnění	0,00	7,00
3.2	Předmontáž podsestavy Pístu a Roztažného prvku, založení do vozíku	0,00	5,50
3.3	Pohyb dopravníku (časově neutrální v době montáže)	4,00	0,00
	12% Koeficient	0,00	14,00
	Celkový výrobní čas [s]	14,00	
4.	Automontáž	Stroj [s]	Operátor [s]
4.1	Montáž podsestavy pístu do Těla ventilu	3,00	0,00
4.2	Montáž podsestavy Víka do těla ventilu	3,00	0,00
4.3	Automatické lisování Spony	2,50	0,00
4.4	Pohyb dopravníku	4,00	0,00
	12% Koeficient	14,00	0,00
	Celkový výrobní čas [s]	14,00	
5.	Automontáž	Stroj [s]	Operátor [s]
5.1	Otočení podsestavy Ventilů (časově neutrální v době montáže)	2,00	0,00
5.2	Automatická montáž O-kroužku	3,00	0,00
5.3	Automatická montáž Kroužku	3,00	0,00
5.4	Automatické lisování Spony	2,50	0,00
5.5	Pohyb dopravníku	4,00	0,00
	12% Koeficient	14,00	0,00
	Celkový výrobní čas [s]	14,00	
6.	Testovací stanice	Stroj [s]	Operátor [s]
6.1	Přetlaková zkouška vzduchem	10,50	0,00
6.2	Pohyb dílu	2,00	0,00
6.3	Laserové značení (časově neutrální v době zkušební cyklu)	4,00	0,00
6.4	Automatické balení (časově neutrální v době zkušební cyklu)	2,00	0,00
6.5	Pohyb dopravníku (časově neutrální v době zkušební cyklu)	4,00	0,00
	12% Koeficient	14,00	0,00
	Celkový výrobní čas [s]	14,00	

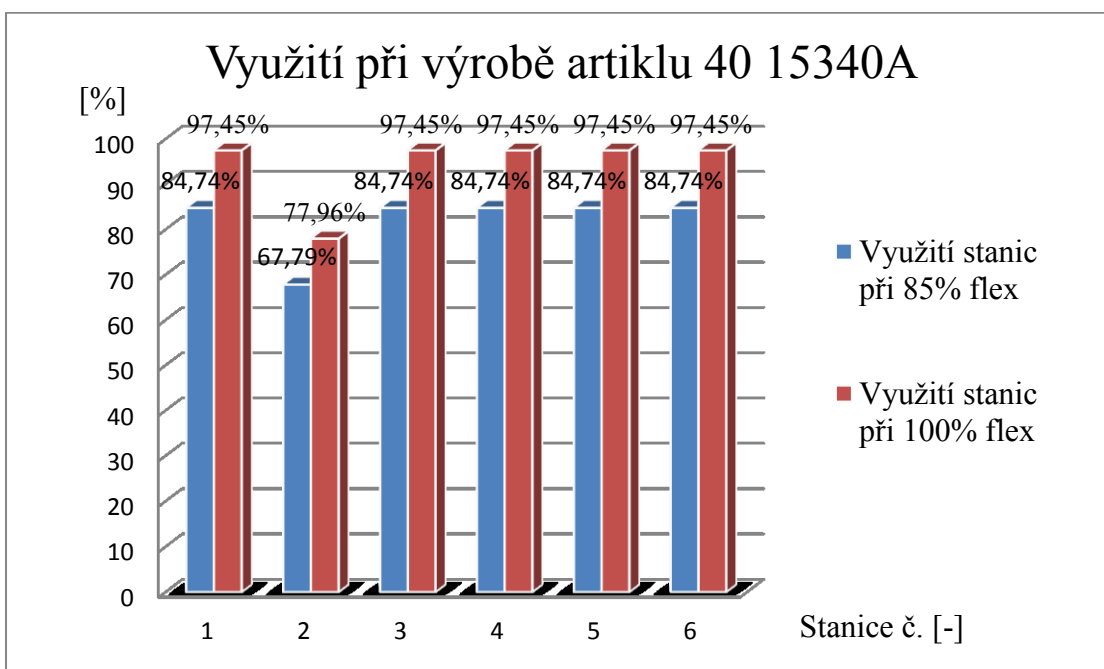
Tab. 2 – Teoretické montážní časy výroby ventilu 40 15340A

Jak vyplývá z tabulek, linku je při tomto návrhu možno vybalancovat téměř ideálně a s výjimkou stanice Zakládání při výrobě artiklu 40 15340A pracují všechny stanice v taktu 14 sekund. Takové vyvážení jednotlivých výrobních stanic znamená jejich ideální využití, které je možné vidět v následujících grafech.

5.2 Využití výrobních stanic



Graf 1 – Využití linky při výrobě artiklu 40 14889F



Graf 2 – Využití linky při výrobě artiklu 40 15340A

5.3 Výpočet využití montážní stanice

5.3.1 Informace k výpočtu

Počet směn:	3 směnný provoz → 15 směn týdně
Počet hodin v jedné směně:	7,33 hodin
Takt výrobní stanice:	14 sekund → 257 kusů za hodinu
Požadovaný objem výroby:	23 958 kusů týdně

5.3.2 Výpočet využití

T_h ...výrobní časový fond směny [hodiny/směna]

T_p ...takt montážní stanice [s]

T_s ...počet směn v týdnu [-]

V_p ...plánovaný objem výroby [kusy/týden]

V_s ...využití montážní stanice [%]

$$V_s = \frac{\frac{V_p}{T_h}}{T_s \cdot \frac{3600}{T_s}} \cdot 100 = \frac{\frac{23958}{7,33}}{15 \cdot \frac{3600}{14}} \cdot 100 = 84,74 \%$$

Z výpočtu vyplývá, že při požadované výrobě 23 958 kusů ventilu za týden, navrženém taktu 14 sekund a vzhledem ke specifikacím firemních procesů je využití výrobní stanice 84,74 %. Hodnota téměř ideálně odpovídá interně nastavenému nejvhodnějšímu využití výrobní stanice, které je 85% a vychází také z požadavků zákazníka.

6 POPIS MATERIÁLOVÝCH TOKŮ PRACOVÍŠŤ

K popisu a analýze materiálového toku je využito metody Value Stream Mapping, v překladu mapování toku hodnot.

Metoda je jednou ze základních technik filosofie Štíhlé výroby. Technika slouží pro mapování hodnotového toku ve výrobních i administrativních procesech. Využívá grafického zobrazení toku hodnoty (vizualizace toku hodnoty), který může být finanční, materiálový, informační nebo jiný a pomáhá detailnějšímu porozumění celého toku produkčních procesů, které prochází skrz celou organizaci a jeho návazností na systém řízení organizace, plánování a požadavky zákazníka. ^[29]

VSM jako podrobná vizualizace procesů umožní managementu identifikovat příčiny zbytečného plýtvání zdrojů (času, lidské práce, materiálních, informačních či finančních zdrojů). Mapování hodnotových toků pomáhá odhalit možné ztráty, úzká místa, slabé stránky a důvody neefektivních toků kdekoliv v organizaci. Je možné ji aplikovat na celou organizaci nebo jen na její určitou část, přičemž lze využít mapu procesů. ^[29]

Z provedené analýzy vyplývá jako nejvhodnější varianta použití dvouhodinového systému Kanban. Zásobníky a skluzy použité ve výrobní lince musí mít odpovídající objem k výrobě 500 kusů ventilů. Dále je potřeba navrhnout u výrobní linky prostor pro předzásobu na výrobu 500 kusů ventilů. Výrobní manipulát linku doplňuje každé dvě hodiny a každé čtyři hodiny jede do skladu, kde odváží vyrobené díly a přiváží ze skladu množství dílů potřebné k další čtyřhodinové produkci.

Proces toku je tímto nastaven k fyzickému tažení dílů a je možné činit řízený přesun množství materiálu mezi procesy ve sledu první dovnitř – první ven. Využití tzv. FIFO.

6.1 Šroubovací stanice

Ve šroubovací stanici je potřeba k dvouhodinové výrobě 500 kusů Těla ventilu, O-kroužků a Šroubů. Z toho Těla ventilu jsou dodávány v balení po 200 kusech, je nutné zhotovit ve stanici skluzný dopravník, který pojme tři tyto balení. Dále jsou použity O-kroužky dodávané v balení 1000 kusů. Vhodné je zhotovit zásobník, do kterého je možno vsypat celé balení. Díl Šroub dodávaný po 500 kusech v balení je vhodné doplňovat do zásobníku odpovídající velikosti každé dvě hodiny.

Výrobní manipulant je plynulému běhu linky ze skladu každé čtyři hodiny dovézt pět balení Těla ventilu, jedno balení O-kroužků a dvě balení Šroubů.

6.2 Stanice Zakládání

Zakládací stanice potřebuje k svému plynulému běhu zásobník pro 500 kusů pružin, které jsou rovněž baleny po 500 kusech. Skluz vhodný k zásobě tří balení Víka, které je baleno po 200 kusech. Při výrobě artiklu 40 14889F je rovněž nutný obdobný skluz jako ve šroubovací stanici k zásobě Těla ventilu.

Každé čtyři hodiny je manipulant povinen přivést ze skladu pět balení Víka a dvě balení pružin.

6.3 Stanice Zakládání 2

K plynulé výrobě je potřeba ve stanici vytvořit zásobník pro 1000 kusů Těsnění, které jsou po tomto počtu dodávány. Dále zásobník pro 500 kusů Pístů. V neposlední řadě skluz pro balení Roztažných prvků, které jsou dodávány v balení po 200 kusech a uloženy v plastových blistrech. Zde je nutný i pro prostor pro odkládání prázdných blistrů.

K výrobě je potřeba každé čtyři hodiny ze skladu přivést jedno balení Těsnění, dvě balení Pístů a pět balení Roztažných prvků.

6.4 Automontáž

Stanice využívá k chodu již založené díly a nebo předmontované podsestavy přijíždějící na vozíku dopravníku. Nutno je doplňovat pouze Spony do vibračního podavače. Spony jsou baleny po 1000 kusech a je dostatečné podavač doplnit jednou za čtyři hodiny výroby.

6.5 Automontáž 2

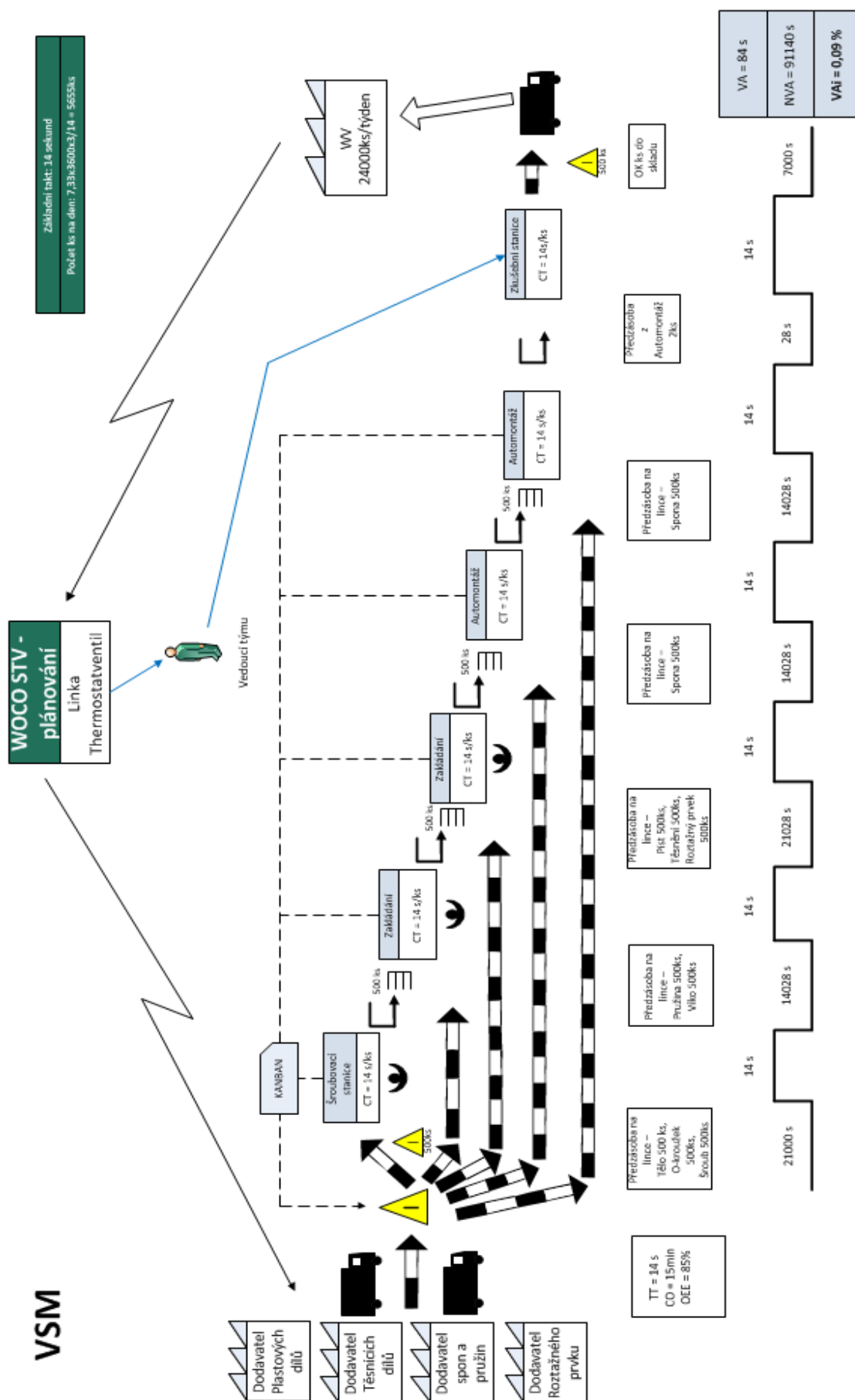
Stanice fungující při výrobě artiklu 40 15340A. K svému plynulému chodu potřebuje každé čtyři hodiny doplnit o 1000 kusů dílů Spona, O-kroužek a Kroužek. Jednotlivé díly jsou vsypávány do vibračních podavačů každé čtyři hodiny. Lze tedy dovézt ze skladu každé čtyři hodiny jedno balení a doplnit výrobní linku.

6.6 Zkušební stanice

Stanice k provozu využívá hotové smontované díly přijíždějící na vozíku dopravníku. Následně shodné a popsané díly balí jako sypané po 50 kusech, k čemuž je potřebný automatický systém podávající prázdné plastové bedny do odkládací pozice. Plné bedny odjíždí na pásu a je nutné bedny každé dvě hodiny odebrat na paletu hotových výrobků. Zároveň je nutné doplnit prázdné bedny, které využívá podávací systém.

6.7 VSM analýza

Na následujícím obr. 32 je znázorněna kompletní analýza materiálového toku.



Obr. 32 – VSM analýza materiálového toku

7 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ

Pevné náklady jsou skupinou spojenou s probíhající činností, jejichž celková hodnota zůstane relativně konstantní. Fixní náklady obvykle představují investice, které byly před zahájením provozu. Jsou to budovy, stroje, dopravníky a další. [4]

Kalkulované náklady k postavení navrhované výrobní linky jsou 501 600 Euro. V ceně jsou zahrnuty všechny potřebné technologie, mechanismy, stroje a prostředky nutné k výrobě navrhované montážní linky. Tato cena nezahrnuje náklady na vývojovou práci zaměstnanců podniku.

7.1 Investiční náklady

Fixní investice do navrhované výrobní linky jsou odhadovány na 295 600 Euro. Částka vyplývá z poptávek jednotlivých výrobních strojů a odhadovaných cen použitých technologií. Mezi tyto náklady patří díly a stroje, které lze využít i při výrobě jiných produktů pouze za pomoci seřízení na danou výrobu. Zahrnuty jsou zde rámy strojů, dopravník, checker, šroubovák, manipulátory, průtokoměr, laserová popiska, použitá sensorika, počítač a další.

7.2 Náklady specifické pro produkt

Specifické náklady pro produkt zahrnují mechanismy, stroje a prostředky, které je možno využít pouze při výrobě daného produktu. Zahrnuty jsou například specifické manipulační mechanismy a stroje jako jsou vibrační podavače zajišťující polohování dílu k těmto mechanismům. Dále uchycovací mechanismy, tzv. greifery. Montážní a zkušební přípravky, které svou geometrií kopírují podobu vyráběného produktu a v neposlední řadě dopravní vozíky.

Specifické náklady jsou kalkulovány na základě poptávek mechanismů a odhadovaných cen technologií. Pro výrobu artiklu 40 14889F je jejich hodnota odhadována na 60 000 Euro, pro artikl 40 15340A je hodnota 146 000 Euro.

7.3 Cena dílu 40 14889F

Prodejní cena dílu je kalkulována na 3,15 Euro za kus a jsou v ní zahrnuty veškeré náklady od vývoje, ceny vstupních dílů, ceny montážní linky, nákladů na samotnou výrobu až po konečnou logistiku. Přidaná hodnota je stanovena na 25% z ceny dílu a zisk na jednom prodaném kusu ventilu je odhadován na 0,7875 Euro. Bližší informace vzhledem k interním předpisům nelze podat.

7.4 Cena dílu 40 15340A

Prodejní cena dílu je kalkulována na 4,8 Euro za kus a jsou v ní zahrnuty veškeré náklady od vývoje, ceny vstupních dílů, ceny montážní linky, nákladů na samotnou výrobu až po konečnou logistiku. Přidaná hodnota je stanovena na 22% z ceny dílu a zisk na jednom prodaném kusu ventilu je odhadován na 1,055 Euro. Bližší informace vzhledem k interním předpisům nelze podat.

8 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce byl návrh montážní linky pro výrobu vodních ventilů. Výrobní linka a doprovázející výrobní procesy jsou v souladu s aktuálními požadavky automobilového průmyslu a standardy společnosti WOCO STV s.r.o.

V práci se věnuji popisu principů štihlé výroby, popisu možných variant montáže vodních ventilů a následné volbě vhodné varianty. Je popsána funkce vyráběných termostatických vodních ventilů a provedena volba vhodné metody výroby vyplývající z kapacitních propočtů, geometrie dílů a již zmiňovaných požadavků.

Dále je detailně navržena výroba formou transferové výrobní linky. V návrhu je obsaženo rozmístění výrobních stanic, popsána jejich podoba, zvoleny a podrobně popsány použité stroje a mechanismy. Stanoveny jsou montážní časy a znázorněna využitelnost výrobních stanic. Bylo nutné klást důraz k co možná nejvyšší využitelnosti a adekvátně vybalancovat činnosti a montážní časy výrobních stanic.

V konečné fázi je proveden popis materiálových toků pracovišť a zpracováno technicko ekonomické zhodnocení navržené výrobní linky, z kterého vyplývají potenciální zisky projektu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] DUŠÁK, Karel. *Technologie montáže: základy*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2005. ISBN 80-7083-906-6.
- [2] PETRŮ, Jana a Robert ČEP. *Základy montáže: učební text*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2012. ISBN 978-80-248-2773-5.
- [3] SHAW, Milton Clayton. *Metal cutting principles*. 2nd ed. New York: Oxford University Press, 2005. ISBN 0-19-514206-3.
- [4] WHITNEY, Daniel E. *Mechanical assemblies: their design, manufacture, and role in product development*. New York: Oxford University Press, 2004. ISBN 978-01-951-5782-6.
- [5] *Woco-Vsetín: Profil firmy* [online]. [cit. 2018-02-05]. Dostupné z: <http://www.woco-vsetin.cz/index.php?id=3>
- [6] *Woco-Vsetín: Woco v ČR* [online]. [cit. 2018-02-05]. Dostupné z: <http://www.woco-vsetin.cz/index.php?id=4>
- [7] KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.
- [8] 5S - pořádek na pracovišti. *Vlastní cesta* [online]. [cit. 2018-02-12]. Dostupné z: <http://www.vlastnicesta.cz/metody/5s-poradek-na-pracovisti/>
- [9] HIRANO, Hiroyuki. *5S for operators: 5 pillars of the visual workplace*. Portland, Or.: Productivity Press, c1996. ISBN 1-56327-123-0.
- [10] GROSS, John M. a Kenneth R. MCINNIS. *Kanban made simple: demystifying and applying Toyota's legendary manufacturing process*. New York: AMACOM, c2003.
- [11] Kanban. *Wikipedia* [online]. [cit. 2018-02-12]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Kanban>
- [12] Poka-Yoke. *Management mania* [online]. [cit. 2018-02-12]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/poka-yoke>
- [13] Poka-Yoke. *Wikipedia* [online]. [cit. 2018-02-12]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Poka-joke>
- [14] Poka-Yoke. *Ikavalita* [online]. [cit. 2018-02-12]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=139>

- [16] *Hodnocení rizik – klíč k ochraně zdraví na pracovišti* [online]. [cit. 2018-02-12]. Dostupné z: <http://files.mojmirklas.cz/200000547-e506ce6013/N%C3%A1stoj%20hodnocen%C3%AD%20rizik%20-%20kl%C3%AD%20ochran%C4%9B%20zdrav%C3%AD%20na%20pracovi%C5%A1ti.pdf>
- [17] Osvětlení pracoviště. *Dekolamp* [online]. [cit. 2018-02-13]. Dostupné z: <https://www.dekolamp.cz/clanky/detail/lumeny-a-svetelny-tok-hygienicke-pozadavky-na-osvetleni-pracoviste.htm>
- [18] ŠAJDLEROVÁ, Ivana. *Organizace a řízení výroby: učební text*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2012. ISBN 978-80-248-2775-9.
- [19] *Projektování výrobních systémů: Kurz dostupný studentům VŠB-TUO v LMS* [online]. [cit. 2018-02-19]. Dostupné z: <https://lms.vsb.cz/course/view.php?id=40215>
- [20] Basic mechanic elements. *BoschRexroth* [online]. [cit. 2018-03-01]. Dostupné z: https://www.boschrexroth.com/ics/cat/?cat=Assembly-Technology-Catalog&m=DE&u=si&o=Desktop&p=g257282,g265680&pi=C8C83B2B-E9C2-2D48-5B2A52CD1166099D_ICS_82
- [21] TS 2plus Transfer System. *BoschRexroth* [online]. [cit. 2018-03-01]. Dostupné z: <https://www.boschrexroth.com/en/xc/products/product-groups/assembly-technology/topics/transfer-systems/transfer-system-ts-2plus/index>
- [22] RFID Systems. *BoschRexroth* [online]. [cit. 2018-03-01]. Dostupné z: <https://www.boschrexroth.com/en/xc/products/product-groups/assembly-technology/topics/rfid-systems/index>
- [23] Inteligentní senzory - Checker. *Smartview* [online]. [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: <https://www.smartview.cz/cognex/inteligentni-senzory-checker>
- [24] CVICII-L2. *Desouttertools* [online]. [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: <https://www.desouttertools.cz/naradi/2/elektricke-montazni-systemy/25/rada-cvic-ii/250/ridici-jednotky-cvic-ii/p/6159326760/cvicii-l2>
- [25] ERSF6-03. *Desouttertools* [online]. [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: <https://www.desouttertools.cz/naradi/2/elektricke-montazni-systemy/22/rada-cvir-ii/222/elektricke-sroubovaky-ers/p/6151660690/ersf6-03>
- [26] Fanuc. *LR Mate 200iD/4SH* [online]. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <https://www.fanuc.eu/cz/cs/roboty/str%C3%A1nka-filtru-robot%C5%AF/%C5%99ada-lrmate/lrmate-200id-4sh>

- [27] Vondra-Vondra. *Katalog* [online]. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z:
<http://www.vondra-vondra.cz/cz/katalog>
- [28] Ateq. *Průtokoměr ATEQ D620* [online]. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z:
<http://ateq.cz/produkty/novinka-prutokomer-ateq-d620/>
- [29] Amada. *Single and Multi-Mode Fiber Laser Markers: 10-100W* [online]. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <http://www.amadamiyachieurope.com/products/laser-marking/fiber-laser-marker/single--and-multi-mode-fiber-laser-markers-10-100w/>
- [30] VSM (Value Stream Mapping) Mapování toku hodnot. *ManagementMania* [online]. [cit. 2018-05-02]. Dostupné z:
<https://managementmania.com/cs/value-stream-mapping>
- [31] *Dokumentace společnosti WOCO STV s.r.o.* Vsetín, 2018.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 – Sídlo WOCO STV s.r.o. ^[30]	13
Obr. 2 – Příklady vyráběných produktů ^[30]	13
Obr. 3 – Prvky štíhlé výroby ^[7]	16
Obr. 4 – Pět pilířů vizuálního pracoviště ^[8]	17
Obr. 5 – Příklad Poka Yoke ^[14]	19
Obr. 6 – Demingův cyklus v ergonomii ^[2]	21
Obr. 7 – Podtlakový pístový ventil ^[30]	23
Obr. 8 – Elektromagnetický sedlový ventil ^[30]	24
Obr. 9 – Termostatický sedlový ventil ^[30]	25
Obr. 10 – Předmětné uspořádání pracovišť ^[18]	27
Obr. 11 – Buňkové uspořádání pracovišť ^[18]	28
Obr. 12 – Schéma jednostranné jednosměrné montážní linky ^[2]	30
Obr. 13 – Schéma montážního karuselu ^[1]	30
Obr. 14 – Ventil 40 14889F ^[30]	32
Obr. 15 – Kusovník ventilu 40 14889F ^[30]	33
Obr. 16 – Vývojový diagram ventilu 40 14899F ^[30]	34
Obr. 17 – Ventil 40 15340A ^[30]	35
Obr. 18 – Kusovník ventilu 40 15340A ^[30]	36
Obr. 19 – Vývojový diagram ventilu 4015340A ^[30]	37
Obr. 20 – Profilové podpěry ^[19]	39
Obr. 21 – TS 2plus Transfer Systém ^[20]	39
Obr. 22 – Identification System ID 15 ^[21]	40
Obr. 23 – Předpokládaný vzhled výrobní stanice ^[30]	41
Obr. 24 – Schématický layout montážní linky	42
Obr. 25 – Checker společnosti Cognex ^[22]	43
Obr. 26 – Elektrické řízení CVICII-L2 ^[23]	44
Obr. 27 – Elektrický šroubovák ERSF6-03 ^[24]	44
Obr. 28 – Robot Fanuc LR Mate 200iD/4SH ^[25]	45
Obr. 29 – Podoba vibrační podavače ^[26]	46
Obr. 30 – ATEQ D620 ^[27]	47
Obr. 31 – Laserová popiska ML-73 D ^[28]	47
Obr. 32 – VSM analýza materiálového toku	55

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 – Teoretické montážní časy výroby ventilu 40 14889F	48
Tab. 2 – Teoretické montážní časy výroby ventilu 40 15340A	49

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 – Využití linky při výrobě artiklu 40 14889F	50
Graf 2 – Využití linky při výrobě artiklu 40 15340A	50